

Державний університет "Житомирська політехніка"
Міністерство освіти і науки України
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Міністерство захисту довкілля і природних ресурсів України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КОЦЮБА ІРИНА ГРИГОРІВНА

УДК 502.174:332.142.6 (043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**НАУКОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
ПОВОДЖЕННЯМ З ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ
ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД**

21.06.01 – екологічна безпека

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ **І.Г. Коцюба**

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий консультант: **Хрутьба Вікторія Олександрівна**, доктор технічних наук, професор

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Коцюба І. Г. – Наукові засади формування системи управління поводженням з твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук (доктора наук) за спеціальністю 21.06.01 "Екологічна безпека" (183 "Технології захисту навколишнього середовища", 101 "Екологія"). – Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена формуванню інтегрованої системи управління твердими комунальними відходами в об'єднаних територіальних громадах, яка зможе забезпечувати підвищення рівня екологічної безпеки регіону шляхом запровадження інноваційних управлінських технологій в управління комунальними відходами в техногенно навантажених регіонах.

Основний науковий результат полягає в формуванні нового підходу до створення ефективної системи управління ТКВ в об'єднаних територіальних громадах шляхом розробки й впровадження регіональних та місцевих планів дій через запровадження інноваційних управлінських механізмів екологічної логістики та краудсорсингу для забезпечення економіко-екологічної безпеки. Для цього розроблено відповідні концепції, моделі та методи, а саме: системна модель управління твердих комунальних відходів для об'єднаних територіальних громад з врахуванням інтересів зацікавлених сторін, концептуальна модель регіональної програми відходів на основі логістичного підходу; морфологічна модель регіональної програми управління відходами; моделі системної динаміки Форрестера для прогнозування стану екологічних систем, моделі впливу показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ та області на процеси відходоутворення; моделі змін морфологічного складу твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ; забруднення фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ. Проведено

натурний та імітаційний експерименти. Розроблено методи та інструмент впровадження регіональної програми управління відходами на основі логістичного підходу. Розроблено методологічні основи краудсорсингу управління відходами.

В першому розділі "Сучасний стан системи управління твердими комунальними відходами на регіональному рівні" вивчено теперішній стан системи управління твердими комунальними відходами (ТКВ) на регіональному рівні (на прикладі Житомирської області), визначено основні проблеми існуючої на регіональному рівні системи управління твердими комунальними відходами в Україні, її недосконалість. Наявні програми поводження з ТКВ та схеми санітарної очистки населених пунктів у більшості населених пунктів є малоефективними, що призводить до утворення стихійних сміттєзвалищ, погіршення санітарного стану населених пунктів та підвищує рівень екологічної небезпеки регіону. Особливістю сучасної системи є низька ефективність взаємодії між органами державного управління, службами охорони довкілля, житлово-комунального господарства та місцевою громадою, що не дозволяє забезпечувати необхідний рівень нагляду за санітарними нормами територій, а також утилізацією та рекуперацією ТКВ.

Вивчення міжнародного досвіду управління ТКВ, нормативно-правового регулювання поводження з відходами в Європейському Союзі, сучасного досвіду та напрямків вирішення проблем управління з твердими комунальними відходами дозволив визначити напрямком шляхом вирішення проблем управління відходами впровадженням інноваційних управлінських технологій, а саме логістичного підходу в питаннях поводження з відходами та краудсорсингу як сучасного методу формування програми спільних дій всіх зацікавлених сторін для вирішення екологічних проблем.

В другому розділі "Наукові основи методології сучасного управління відходами для об'єднаних територіальних громад" визначено, що методологічною основою інтегрованого управління відходами для об'єднаних

територіальних громад є застосування системного підходу моделювання процесів управління ТКВ. Це дозволило розробити системну модель управління ТКВ з врахуванням інтересів зацікавлених сторін та морфологічну модель регіональної програми управління відходами. Стратегічний аналіз передумов впровадження системи управління відходами на регіональному рівні дозволив запропонувати концептуальну модель регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу. Охарактеризовано фізико-хімічні методи для проведення експериментальних досліджень та методи математичного та імітаційного моделювання для обробки експериментальних даних і прогнозування стану системи поводження з відходами.

В третьому розділі "Експериментальні дослідження проблеми поводження з відходами (на прикладі Житомирської області)" представлено результати експериментальних дослідження проблеми поводження з ТКВ Житомирської області. Визначено особливості управління ТКВ об'єднаних територіальних громад Житомирській області та м. Житомир. Досліджено морфологічний склад твердих комунальних відходів регіону та вплив фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ на стан довкілля. Проведено аналіз впливу полігону на ґрунти прилеглих територій. Визначено особливості впливу полігону на гідрологічний режим окремих територій.

В четвертому розділі "Прогнозування динаміки змін в системі управління відходами Житомирської області" проведено прогнозування динаміки змін в системі управління відходами Житомирської області. З використанням моделі системної динаміки Форрестера для прогнозування стану екологічних систем проведено моделювання впливу показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ та області на процеси відходоутворення. Одержані моделі змін морфологічного складу ТКВ Житомирської ОТГ та моделі забруднення фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ. Результати моделювання підтверджено проведеним імітаційним експериментом

прогнозування обсягів та морфологічного складу ТКВ Житомирської територіальної громади.

В п'ятому розділі "Методи та інструмент впровадження методології сучасного управління відходами" представлено методи та інструменти впровадження регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу, а саме розроблені вимоги формування екологічно орієнтованої логістичної системи при управлінні програмами поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад, визначено особливості логістичних процесів транспортування комунальних відходів.

Сформовано методологічні основи краудсорсингу для управління відходами, що включають концепцію краудсорсингу для вирішення завдань управління відходами, модель еокраудсорсингової платформи для управління системою поводженням з відходами та метод впровадження еокраудсорсингу в системі управління відходами.

В шостому розділі "Розробка рекомендацій для системи управління твердими комунальними відходами в об'єднаних територіальних громадах Житомирської області" представлено результати впровадження одержаних результатів для управління ТКВ в Житомирських об'єднаних територіальних громадах.

Ключові слова: екологічна безпека, управління, децентралізація, об'єднана територіальна громада, комунальні відходи, тверді побутові відходи, сміттєзвалище, екологічна логістика, краудсорсинг, еокраудсорсинг.

Список публікацій здобувача

Публікації у фахових виданнях:

1. Коцюба І. Г. Математичне прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів у місті Житомирі. *Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково-виробничий фаховий журнал*. Полтава, 2014. Вип. №1 (72)., с. 102-105.

Особистий внесок дисертанта – відбір проб дослідного матеріалу та їх обробка, участь в узагальненні даних, підбір фахової літератури, написанні та оформленні статті.

2. Коцюба І. Г., Радченко О. А., Коробійчук А. О. Дослідження сучасного стану забруднення вод гідрографічного мережі Житомирського району. *Науково-практичний журнал "Екологічні науки"*. Київ, 2014. Вип. №6. С. 112-116.

Особистий внесок дисертанта – проведення модельних експериментів, відбір та обробка проб, участь в узагальненні даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті.

3. Коцюба І. Г., Щербатюк А. Ф., Годовська Т. Б. Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі. *Вісник НТУ "ХП"*. Серія: *Механіко-технологічні системи та комплекси*. Харків: НТУ "ХП", 2016. № 7(1179). С.95-100.

Особистий внесок дисертанта – участь у проведенні натурних досліджень, камеральне опрацювання проб, участь в узагальненні матеріалів.

4. Коцюба І. Г. Прогнозування сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки*. Маріуполь, 2016. Вип. 33. С. 213–222.

Особистий внесок дисертанта – забір дослідного матеріалу, визначення проб, обрахування та статистична обробка результатів, узагальнення отриманих даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті.

5. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Автоматизована система контролю параметрів розвитку фітопланктону у водоймах. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки*. 2016. № 3 (78). С. 143-149.

Особистий внесок дисертанта – відбір проб для визначення хімічного складу води.

6. Коцюба І. Г. Аналіз забруднення ґрунтів навколо міського сміттєзвалища міста Житомира. *Збірник наукових праць "Вісник ЧДТУ. Серія: Технічні науки". Черкаси, 2016. № 3. С.90-94.*

Особистий внесок – відбір проб для визначення хімічного складу ґрунтів.

7. Коцюба І. Г. Дослідження сезонної зміни морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира. *Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць.* Рівне: НУВГП, 2016. Вип. 3(75). С. 300-307.

Особистий внесок – проведення модельних експериментів, визначення методики дослідження, відбір та обробка проб, участь в узагальненні даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті.

8. Коцюба І. Г., Подчашинський Ю. О., Єльнікова Т. О. Дослідження фільтраційних вод звалища твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник Інженерної академії України: теорет. і наук.– практ. часоп. / Інж. акад. України.* Київ, 2016. № 3. С. 146-150.

Особистий внесок дисертанта – відбір проб для визначення хімічного складу інфільтраційних вод.

9. Коцюба І. Г., Стріха В. А., Давидова І. В. Дослідження сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць.* Рівне : НУВГП, 2016. Вип. 4(76). С. 312-319.

Особистий внесок дисертанта – відбір та обробка проб, участь в узагальненні даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті

10. Коцюба І. Г., Подчашинський Ю. О., Скрипніченко С. В. Дослідження фізико-хімічних властивостей фільтраційних вод звалища твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник Інженерної академії України: теорет. і наук.– практ. часоп. / Інж. акад. України.* Київ, 2016. № 4. С.90-95.

Особистий внесок дисертанта – обрахування та статистична обробка результатів, узагальнення отриманих даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті.

11. Коцюба І. Г. Прогнозування обсягу накопичення твердих комунальних відходів. *Вісник Кам'янець–Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Екологія*. Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. Випуск 1. С. 119-129.

Особистий внесок дисертанта – узагальнення даних статистичного аналізу та параметрів обсягу твердих комунальних відходів.

12. Коцюба І. Г., Лико С. М., Лук'янова С. М. Екологічна логістика накопичення твердих побутових відходів міста Житомира. *Науково-технічний збірник "Вісник Національного транспортного університету"*. Київ, 2017 року. Вип. № 1(37)/2017. С.176–182.

Особистий внесок дисертанта – розроблення принципової технологічної схеми поводження із відходами на регіональному рівні.

13. Коцюба І. Г., Подчашинський Ю. О., Лико С. М., Лук'янова С. М. Математичне моделювання та прогнозування обсягів накопичення твердих комунальних відходів міста. *Науково–технічний збірник "Вісник Національного транспортного університету"*. Київ, 2017 року. Вип. № 2/2017. С.34-41.

Особистий внесок дисертанта – визначення методики прогнозування обсягів накопичення твердих комунальних відходів.

14. Коцюба І. Г., Лико С. М., Лефтер Ю. О. Дослідження обсягу накопичення та морфологічного складу твердих комунальних відходів міського звалища. *Вісник Приазовського державного технічного університету*. Серія: Технічні науки. Маріуполь, 2017. Вип. 35. С. 271-277.

Особистий внесок дисертанта – узагальнення даних статистичного аналізу та параметрів обсягу твердих комунальних відходів.

15. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки річки Уж у межах Житомирської області. *Вісник Кам'янець–Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Екологія*. Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. Випуск 2. С. 71–82.

Особистий внесок дисертанта – обрахування та статистична обробка результатів, узагальнення отриманих даних, підбір фахової літератури та написання і оформлення статті.

16. Коцюба І. Г., Лико С. М. Екологічна безпека комунальних відходів Житомирщини. *Scientific Journal «Science Rise»*. №8(49), 2018. С. 50-53. *CrossRef, Google Scholar, ПИНЦ, WorldCat, DOAJ, BASE, ResearchBib, Directory Indexing of International Research Journals*. (зарубіжне видання)

Особистий внесок дисертанта – розробка логістичних ланцюгів поводження із відходами на різних рівнях ієрархії.

17. Коцюба І. Г., Хрутьба В. О. Методологія екологічного краудсорсингу у сфері поводження з відходами. *Науковово-практичний журнал "Екологічні науки"*. 2019. Вип. 2-25. С. 203-205.

Особистий внесок дисертанта – розроблення методики застосування краудсорсингу у природоохоронній системі.

18. Computational dynamics of municipal wastes generation in Zhytomyr city / I. Kotsiuba, S.Lyko, V.Lukianova, Y.Anpilova *Збірник наукових праць: Екологічна безпека та природокористування*. № 1(25), 2018. С. 33-44. *Index Copernicus*

Особистий внесок дисертанта – узагальнення даних статистичного аналізу та параметрів обсягу твердих комунальних відходів.

19. Науково-теоретичне обґрунтування накопичення твердих побутових відходів Житомирщини / І. Котсиуба, S.Lyko, V.Lukianova, Y.Anpilova *Збірник наукових праць: Екологічна безпека та природокористування*. № 4 (36), 2020. С. 56-65.

Особистий внесок дисертанта – обрахування та статистична обробка результатів, узагальнення отриманих даних, підбір фахової літератури та написання і оформлення статті.

Публікації у виданнях, що входять до міжнародних науково-метричних баз:

20. Math modeling and analysis of the impact of municipal solid waste landfill leachate on the environment / I. Kotsiuba, Y. Podchashinskiy, T. Yelnikova. Eastern–European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Т. 1. №. 10 (85). С. 4-10. *SCOPUS*

Особистий внесок дисертанта – відбір та обробка проб, участь в узагальненні даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті

21. Kotsiuba I. G., Skyba G.V., Skuratovskaya I. A., S. M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*. Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207. *SCOPUS*

Особистий внесок дисертанта – обрахування та статистична обробка результатів, узагальнення отриманих даних, підбір фахової літератури та написанні і оформленні статті.

22. Khrutba V., Morozova T., Kotsiuba I., Shamrai V. (2021) Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265. Springer, p. 24-35. *SCOPUS* (закордонне видання)

Особистий внесок дисертанта – узагальнення даних статистичного аналізу та параметрів обсягу твердих комунальних відходів.

Матеріали конференцій:

23. Динаміка сезонних та річних змін морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира / І. Г. Коцюба, В. В Бовсунівська. *Тези міжвузівської науково–практичної конференції студентів аспірантів і молодих учених "Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції"*. 28 травня 2014 р. Житомир: ЖДТУ, 2014. С. 42.

24. Екологічна логістика системи поводження твердих побутових відходів / І. Г. Коцюба, О. Р. Матвійчук. *Тези XI-ої Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології та геотехнологій"*, 15 травня 2015 р. Житомир: ЖДТУ. 2015. С. 56–57.

25. Дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів Житомирського району / І. Г. Коцюба. *Тези міжвузівської науково-практичної конференції студентів аспірантів і молодих учених "Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції"*, 28 травня 2015 р. Житомир: ЖДТУ, 2015. С. 38.

26. Аналіз забруднення ґрунтів навколо міського сміттєзвалища міста Житомира / І. Г. Коцюба. *Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології"*. Житомир: ЖДТУ, 2016. С.43

27. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки водних об'єктів Житомирської області / І. Г. Коцюба. *Збірник статей науково-практичної конференції. Вода: проблеми та шляхи вирішення*. Рівне. 2016. С.125–128.

28. Дослідження змін морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира / І. Г. Коцюба, М. О. Резанко *Тези XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології"*. – Житомир: ЖДТУ – 2017. – С. 27.

29. Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі / І. Г. Коцюба, А. М. Храмцова *Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки. Том 1. Промислова екологія*. Житомир: ЖДТУ. 2017. С. 40.

30. Дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира / І. Г. Коцюба, М. Ю. Іванська, О. В. Носик. *Тези VXIV Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з*

міжнародною участю "Сучасні проблеми екології". Житомир: ЖДТУ. 2018. С. 26.

31. Обсяги накопичення комунальних відходів у місті Житомирі / І. Г. Коцюба, М. Ю. Іванська, О. В. Носик. *Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвяченої Дню науки. Житомир: ЖДТУ. 2018. С. 230.*

32. Ківушин Є.А., Лефтер Ю.О., Коцюба І.Г. Основи краудсорсинга поводження з відходами. *Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції", 7 листопада 2019 року. Житомир: «Житомирська політехніка». 2019. с.125.*

33. Коцюба І.Г., Лефтер Ю.О. Методологічні основи краудсорсинга для управління системою поводження з відходами. *Тези XV Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології" 28 березня 2019 р. Житомир: ЖДТУ, 2019. С. 73-74*

34. Моделювання системи поводження з твердими комунальними відходами Житомирської області. Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Шомко О.М., Назаренко О.П., Коцюба І.Г., Катков М.В. *Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 25 квітня 2019 р. Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2019. С.16-18.*

Авторські свідоцтва, патенти:

1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № №78562. Стаття «Math modeling and analysis of leachate municipal solid waste landfill leachate on the environment». Автори: Подчашинський Ю.О., Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О. Заявник Житомирський державний технологічний університет від 20.03.2018 №79341. Дата реєстрації: 25.04.2018.

2. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № №78556. Комп'ютерна програма «Municipal waste counter (MWC)». Автори: Євдокимов В.В., Коцюба І.Г., Морозов А.В. та Левківський В.Л. Заявник Житомирський державний технологічний університет від 20.03.2018 №78913, Дата реєстрації: 25.04.2018.

3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № 82652. Брошура «Побутові відходи. Сортуй, заощаджуй, заробляй». Автори: Коцюба І.Г., Давидова І.В., Корбут М.Б. Заявник ЖДТУ від 28.11.2018. Дата реєстрації: 31.10.2018.

4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № 84456. Навчальний посібник «Екологічна експертиза». Автори: Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О., Шлапак В.О. Заявник ЖДТУ від 28.11.2018 № 85587. Дата реєстрації: 15.01.2019.

5. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № 87848. Комп'ютерна програма «Візуалізація екологічного стану водних об'єктів». Автори: Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О., Шлапак В.О. Заявник ЖДТУ від 25.03.2019 №88602. Дата реєстрації: 25.03.2019.

6. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № 88178 наукового характеру «Методичні рекомендації». Автори: Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О., Скиба Г.В., Герасимчук О.Л. Заявник ЖДТУ від 27.03.2019 № 88712. Дата реєстрації: 02.05.2019.

7. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір № 89577, стаття «Блок-схема алгоритму програми «Municipal waste counter (MWC)». Автори: Євдокимов В.В., Коцюба І.Г., Морозов А.В., Левківський В.Л. Дата реєстрації: 07.06.2019.

ANNOTATION

I. Kotsiuba – Scientific bases of formation of the system of solid municipal waste management of the united territorial communities – Qualifying scientific work on the manuscript.

Thesis for the Degree of Doctor of Science (PhD) in specialty 21.06.01 "Ecological safety" (183 "Environmental protection technologies", 101 "Ecology"). – State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, 2021.

Thesis is devoted to the formation of scientific and methodological bases for the implementation of a modern municipal solid waste management system in the united territorial communities, which can increase the level of environmental safety of the region through the introduction of innovative management technologies in municipal waste management in technologically loaded regions.

The main scientific result is to develop scientific and methodological bases for the implementation of modern municipal solid waste management system at the regional level for united territorial communities that take into account the interests of stakeholders, which creates preconditions for improving the interaction between them to optimize joint solutions. For this purpose, appropriate concepts, models and methods have been developed, namely: a system model of MSW management for united territorial communities taking into account the interests of stakeholders, a conceptual model of a regional waste program based on a logistical approach; morphological model of the regional waste management program; Forrester system dynamics models for forecasting the state of ecological systems, models of the impact of socio-economic development indicators of Zhytomyr UTC and the region on waste generation processes; models of changes in the morphological composition of municipal solid waste of Zhytomyr UTC; pollution of filtration waters of the landfill of municipal solid waste of Zhytomyr UTC. Full-scale and simulation experiments were performed. Methods and tools for implementing a regional waste management program based on a

logistical approach have been developed. Methodological bases of crowdsourcing for waste management are developed.

The first section "The current state of municipal solid waste management system at the regional level" examines the current state of municipal solid waste management (MSW) at the regional level (on the example of Zhytomyr region), identifies the main problems of the existing municipal solid waste management system in Ukraine, its imperfection. Existing solid waste management programs and sanitation schemes in most settlements are ineffective, which leads to the formation of spontaneous landfills, deterioration of the sanitary condition of settlements and increases the level of environmental danger in the region. A feature of the modern system is the low efficiency of interaction between government agencies, environmental services, housing and communal services and the local community, which does not allow to ensure the necessary level of control over the sanitary condition of territories, as well as collection, transportation and disposal of municipal solid waste.

The study of international experience in waste management, regulatory and legal regulation of waste management in the European Union, current experience and solutions of municipal solid waste management allowed to determine the direction for solving waste management problems of implementation of innovative management technologies, such as logistical approach and crowdsourcing as a modern method of forming a program of joint action of all stakeholders to solve environmental problems.

The second section "Scientific bases of the methodology of modern waste management for the united territorial communities" defines that the methodological basis of the modern waste management for the united territorial communities is the application of a systematic approach to modeling the processes of solid waste management. This allowed to develop a systematic model of waste management taking into account the interests of stakeholders and a morphological model of the regional waste management program. The strategic analysis of the preconditions for the implementation of the waste management system at the regional level allowed us to propose a conceptual model of a regional waste management program based on a

logistical approach. Physico-chemical methods for conducting experimental research and methods of mathematical and simulation modeling for processing experimental data and forecasting the state of the waste management system are described.

The third section "Experimental studies of the problem of waste management (on the example of Zhytomyr region)" presents the results of experimental studies of the problem of waste management of Zhytomyr region. The peculiarities of the management of the MSW of the united territorial communities of the Zhytomyr region and the city of Zhytomyr are determined. The morphological composition of municipal solid waste of the region and the influence of filtration waters of the solid municipal waste landfill of Zhytomyr UTC on the environment are studied. The analysis of the landfill impact on the soils of the adjacent territories is carried out. Peculiarities of the landfill influence on the hydrological regime of separate territories are determined.

In the fourth section "Forecasting the dynamics of changes in the waste management system in the Zhytomyr region" forecasting the dynamics of changes in the waste management system of the Zhytomyr region was conducted. Using the model of system dynamics of Forrester to predict the state of ecological systems, modeling the impact of indicators of socio-economic development of Zhytomyr UTC and the region on waste generation processes was conducted. Models of changes in the morphological composition of MSW of Zhytomyr UTC and models of pollution of filtration waters of the landfill of municipal solid waste of Zhytomyr UTC are obtained. The simulation results are confirmed by the conducted simulation experiment of forecasting the volumes and morphological composition of MSW of Zhytomyr territorial community.

The fifth section "Methods and tools for implementing the methodology of modern waste management" presents methods and tools for implementing the implementation of a regional waste management program based on a logistical approach, namely the requirements for the formation of environmentally friendly logistics system in waste management programs for joint territorial communities, features of logistic processes of transportation of municipal waste are defined.

The methodological bases of crowdsourcing for waste management have been formed, including the concept of crowdsourcing for solving waste management tasks, the model of eco-crowdsourcing platform for waste management system and the method of implementing eco-crowdsourcing in the waste management system.

The sixth section "Development of recommendations for the municipal waste management system in the Zhytomyr United Territorial Community" presents the results of the implementation of the results obtained for the management of solid waste in the Zhytomyr United Territorial Communities.

Keywords: environmental safety, management, decentralization, integrated territorial community, municipal waste, solid waste, landfill, environmental logistics, crowdsourcing, eco-crowdsourcing

ЗМІСТ

ВСТУП		24
РОЗДІЛ 1.	СУЧАСНИЙ СТАН СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ	34
1.1	Аналіз сучасного стану та проблем у сфері поводження з твердими побутовими відходами в Україні	34
1.2.	Міжнародний досвід управління твердими комунальними відходами	48
1.2.1.	Нормативно-правове регулювання управління відходами в Європейському Союзі	48
1.2.2.	Аналіз сучасного досвіду та напрямків вирішення проблем управління твердими комунальними відходами	54
1.3.	Характеристика наукових досліджень у сфері управління відходами	64
1.4.	Запровадження інноваційних управлінських технологій для вирішення проблем поводження з відходами	70
1.4.1	Застосування логістичного підходу в питаннях управління відходами	70
1.4.2	Краудсорсинг як метод вирішення екологічних проблем	73
Висновки до розділу, мета та завдання дослідження		81
РОЗДІЛ 2	НАУКОВІ ОСНОВИ МЕТОДОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ДЛЯ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД	84
2.1.	Застосування системного аналізу для моделювання процесів управління твердими комунальними відходами	84
2.1.1	Системний аналіз як метод дослідження	84
2.1.2	Розробка системної моделі управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад з врахуванням інтересів зацікавлених сторін	87
2.2.	Стратегічний аналіз передумов впровадження системи управління відходами на регіональному рівні	96
2.3.	Концептуальна модель регіональної програми	103

		поводження з відходами на основі логістичного підходу	
	2.4.	Морфологічна модель регіональної програми управління відходами	113
	2.5.	Фізико-хімічні методи для проведення експериментальних досліджень	125
	2.5.1.	Методи визначення морфологічного складу твердих комунальних відходів	125
	2.5.2.	Методика визначення складу проб водних об'єктів (інфільтрату з відстійників) звалищ	127
	2.5.3.	Методика визначення показників складу ґрунту поблизу звалища	130
	2.5.4.	Методика визначення впливу звалища твердих побутових відходів на гідрохімічний режим прилеглих територій	130
	2.6.	Методи математичного та імітаційного моделювання для обробки експериментальних даних та прогнозування стану системи поводження з відходами	132
	Висновки до розділу 2		136
РОЗДІЛ 3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ (НА ПРИКЛАДІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ)		138
	3.1	Особливості управління твердими комунальними відходами у Житомирській області та Житомирських об'єднаних територіальних громад	138
	3.2.	Дослідження морфологічного складу твердих комунальних відходів регіону	149
	3.3.	Дослідження впливу фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ на стан довкілля	156
	3.4.	Аналіз впливу полігону на ґрунти прилеглих територій	166
	3.5.	Особливості впливу полігону на гідрологічний режим окремих територій	170
	Висновки до розділу 3		175
РОЗДІЛ 4	ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ		177
	4.1.	Використання моделі системної динаміки Форрестера для прогнозування стану екологічних систем	177

	4.2	Моделювання впливу показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ та області на процеси відходоутворення	182
	4.3.	Моделювання змін морфологічного складу твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ	187
	4.4.	Моделювання забруднення фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ	189
	4.5	Імітаційний експеримент прогнозування обсягів та морфологічного складу ТКВ Житомирської територіальної громади	193
	4.6.	Настанова щодо користування програмою "Municipal waste counter (MWC)"	205
	Висновки до розділу 4		210
РОЗДІЛ 5	МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ МЕТОДОЛОГІЇ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ		213
	5.1	Розробка методів та інструментів застосування регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу	213
		5.1.1 Розробка екологічно орієнтованої логістичної системи при управлінні програмами поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад	216
		5.1.2 Особливості логістичних процесів транспортування комунальних відходів	228
		5.2 Розробка методологічних основ краудсорсингу при управлінні відходами	240
		5.2.1 Концепція краудсорсингу для вирішення завдань управління поводженням з відходами	241
		5.2.2 Побудова моделі еокраудсорсингової платформи для управління системою поводженням з відходами	245
		5.2.3 Розробка методу впровадження еокраудсорсингу в системі управління відходами	249
	Висновки до розділу 5		253
РОЗДІЛ 6	РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ		256
	6.1	Особливості формування місцевих планів дій Регіональної програми управління відходами	256

		об'єднаних територіальних громад Житомирської області	
	6.2	Впровадження окремих проєктів місцевих планів дій управління відходами ОТГ Житомирської області	263
	6.3	Вибір екологічно-ефективних транспортних засобів для транспортування відходів	269
	6.4.	Результати застосування екокраудсорсингу в управлінні відходами в об'єднаних територіальних громадах Житомирщини	274
		Висновки до розділу 6	284
ВИСНОВКИ			286
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ			290
ДОДАТКИ			320

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- БСК – біологічне споживання кисню.
- ВВП – валовий внутрішній продукт.
- ВРП – валовий регіональний продукт.
- ГДК – гранично допустима концентрація.
- ЄС – Європейський Союз.
- ЖБК – житлово-будівельний кооператив.
- ЖКГ – житлово-комунальне господарство.
- ЗМІ – засоби масової інформації.
- ККД – коефіцієнт корисної дії.
- МБД – міжнародна база даних.
- МВВ – місце видалення відходів.
- МНК – метод найменших квадратів.
- МПД – місцевий план дій.
- НДР – науково-дослідна робота.
- ООН – Організація Об'єднаних Націй.
- ОСББ – об'єднання співвласників багатоквартирного будинку.
- ОТГ – об'єднана територіальна громада.
- ПВ – побутові відходи.
- ПАВ – поверхнево активні речовини.
- ПЕТФ – поліетилентерефталат.
- ПСВ – проєкт спільного впровадження.
- ПХБ – поліхлорованих біофенілів.
- ПХТ – поліхлорованих терфенілів.
- pH – водневий показник.
- РК – розчинений кисень.
- СЗЗ – санітарно-захисна зона.
- ТКВ – комунальні відходи.

ТПВ – тверді побутові відходи.

УО – уповноважений орган.

ВСТУП

Актуальність теми. Процеси глобалізації та суспільних трансформацій підвищили пріоритетність збереження довкілля та вимагають від України проведення термінових заходів. Накопичення відходів в Україні є важливою загальнодержавною проблемою, яка занадто довго системно не вирішувалася. Статистичні дані щодо динаміки утворення та накопичення відходів свідчать про їх постійне збільшення, що створює ризики для навколишнього середовища та здоров'я населення. В Україні тільки за 2019 рік накопичилось майже 53 млн. м³ твердих побутових відходів, або понад 10 млн тон, більшість з яких було захоронено на 6 тис. сміттєзвалищ й полігонів загальною площею майже 9 тис. га (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь). Попри те, що протягом останніх 30 років чисельність населення України скорочується, обсяги накопичення відходів постійно збільшуються. В умовах зростання територій полігонів та незаконних сміттєзвалищ, виростає суть та значення системи управління відходами, що є особливо актуальним для об'єднаних територіальних громад регіонів країни.

Прийнята у 2017 р. «Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року» створює умови для впровадження системного підходу до управління відходами на всіх рівнях державності, зменшення обсягів накопичення відходів та збільшення обсягу їх утилізації та використання. Повсюдно, відповідно до Стратегії, розробляються Регіональні плани управління відходами. Впровадження заходів, передбачених у цих документах, здійснюється, в першу чергу, на місцевому рівні об'єднаними територіальними громадами (ОТГ) та муніципальному рівні – в містах обласного чи районного значення. Отже, ефективне управління відходами в громадах є важливою передумовою забезпечення екологічної безпеки регіону. Проте, наявна криза у сфері надання комунальних послуг впливає на стан муніципального управління твердими

комунальними відходами (ТКВ). Компанії, які працюють у сфері управління відходами, неспроможні забезпечити населення якісними комунальними послугами. Їх обладнання переважно є застарілим та зношеним. Лише незначна частка ТКВ із домогосподарств збирається роздільно та переробляється. В Україні існують окремі успішні підприємства, але їх кількість досить незначна.

Основним завданням комплексного розв'язання практичної проблеми управління потоками відходів в ОТГ є організація раціонального поводження з відходами відповідно сучасним еколого-економічним та ресурсним вимогам, що передбачає оптимізацію процесів санітарного очищення території громади, використання відходів як джерела сировини, забезпечення екологічної безпеки, перехід від полігонного захоронення відходів до їх промислової переробки. Відсутність науково-обґрунтованих системних розробок щодо формування методологічного апарату, який зможе поєднати сучасні техніко-технологічні особливості системи управління ТКВ з інноваційними управлінськими рішеннями не дозволяють впровадити ефективну систему управління відходами на регіональному рівні для об'єднаних територіальних громад.

Таким чином, напрямком дисертаційного дослідження є формування нового підходу до створення сучасної ефективної системи управління ТКВ в об'єднаних територіальних громадах на основі розробки наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище для впровадження місцевих планів дій для забезпечення економіко-екологічної безпеки регіонів України через реалізацію інноваційних управлінських механізмів екологічної логістики та краудсорсингу. Дослідження є інноваційними, актуальними та перспективними.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота пов'язана з виконанням НДР кафедри "Екологія" Державного університету "Житомирська політехніка": НДР № 42 "Механізм економіко-екологічної реабілітації суб'єктів господарювання від надзвичайних ситуацій, бойових дій як складова національної безпеки", номер державної реєстрації №

0116U005482, 2016–2018 р.р.; НДР № 457 "Проведення робіт з паспортизації р. Уж з метою розроблення заходів щодо відновлення сприятливого гідрологічного режиму", номер державної реєстрації № 0117U006216, 2017 р.; НДР №456 "Наукове обґрунтування забезпечення екологічно безпечного збирання, транспортування, зберігання, оброблення і захоронення відходів", номер держ. реєстрації № 0117U006215, 2017 р.; НДР № 50 "Приладова система для вимірювання механічних величин (геометричних параметрів та параметрів руху об'єктів) з цифровими відеозображеннями", номер державної реєстрації № 0118U003153, 2018–2019 р.р.

Ідея роботи полягає у підвищенні рівня екологічної безпеки твердих комунальних відходів об'єднаних територіальних громад шляхом впровадження краудсорсингової системи та комплексних методів управління ТКВ в умовах децентралізації.

Метою дисертаційного дослідження є розробка методологічних основ впровадження інноваційної системи управління твердими комунальними відходами в об'єднаних територіальних громадах для підвищення рівня екологічної безпеки регіонів України.

Для досягнення цієї мети поставлені наступні завдання.

1. Проаналізувати сучасний стан системи управління твердими комунальними відходами на регіональному рівні, що включає вивчення міжнародного і вітчизняного досвіду управління відходами, сучасних наукових досліджень та впровадження інноваційних управлінських технологій для удосконалення системи ТКВ у громадах.

2. Вдосконалити методологію управління відходами на регіональному рівні для застосування її в об'єднаних територіальних громадах шляхом розробки системної моделі інтегрованого управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад з врахуванням інтересів зацікавлених сторін.

3. Провести експериментальні дослідження закономірностей і особливостей виникнення та поширення екологічної небезпеки ТКВ в м. Житомирі та Житомирській області.

4. Обґрунтувати механізм прогнозування динаміки змін в системі управління відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області та м. Житомир.

5. Провести імітаційний експеримент прогнозування обсягів динаміки змін в системі управління відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області та м. Житомир.

6. Розробити методи та інструменти впровадження регіональної програми управління твердими відходами та місцевих планів дій для об'єднаних територіальних громад, що забезпечують підвищення рівня екологічної безпеки регіону за рахунок формування екологічно орієнтованої логістичної системи управління відходами.

7. Розробити методологічні основи зниження рівня екологічної небезпеки шляхом впровадження механізмів екологічного краудсорсингу із залученням громадськості в систему управління ТКВ в об'єднаних територіальних громадах, що передбачає впровадження концепції еокраудсорсингу в систему управління відходами.

8. Розробити рекомендації щодо поліпшення системи управління твердими комунальними відходами, апробувати та впровадити їх в окремих ОТГ Житомирщини.

Об'єктом дослідження є процеси управління відходами в об'єднаних територіальних громадах.

Предметом дослідження є взаємозв'язки та взаємодія різних чинників впливу на відходоутворення в об'єднаних територіальних громадах та система інтегрованого управління відходами в ОТГ.

Методи дослідження. В роботі використані наукові методи теоретичного й емпіричного дослідження, основними з яких є системний підхід, методи

аналізу та синтезу (абстрагування, формалізація, аналогія, класифікація тощо), структурний аналіз, експертне оцінювання, моделювання, у тому числі математичне, імітаційне, статистичне, графічне. Методологічну основу роботи складають загальнонаукові принципи проведення досліджень, теоретичні та методичні основи системного, процесного підходів. Теоретичну основу роботи складають фундаментальні положення екологічної безпеки та екологічного управління. Інформаційною базою дослідження є статистична інформація щодо стану довкілля та системи управління відходами, результати власних досліджень.

В дослідженні використано інноваційні методи сучасного управління екологічною безпекою в частині управління відходами (для стратегічного аналізу регіональної програми управління відходами); теорії систем і системного аналізу (для формалізації процесів управління відходами та розробки системних моделей); методи математичного та імітаційного моделювання для обробки експериментальних даних та прогнозування стану системи управління відходами; методи екологічної логістики та стратегічного краудсорсингу (для формування сучасної інноваційної системи управління відходами), натурного моделювання (перевірка розроблених концепцій та використання моделей для управління ТКВ в об'єднаних територіальних громадах Житомирської області).

Для проведення експериментальних досліджень застосовано загальноприйняті фізико-хімічні методи аналізу. Обробка результатів експериментальних досліджень проводилося за допомогою кореляційно-регресійного аналізу.

Наукова новизна полягає у розробці основ методології впровадження оптимальних форм управління екологічною безпекою за рахунок формування сучасної системи управління твердими комунальними відходами в умовах децентралізації для об'єднаних територіальних громад з використанням інноваційних методів управління (екологічна логістика та екологічний краудсорсинг).

Наукова новизна запропонованих і обґрунтованих положень включає:

– *вперше* запропоновано модель системної динаміки для прогнозування обсягу накопичення твердих комунальних відходів, яка дозволяє оцінити обсяг та морфологічний склад відходів, що дає змогу ефективно здійснювати прогноз накопичення кількості твердих комунальних відходів в коротко- та довгостроковому періоді;

– *вперше* запропоновано для зниження рівня екологічної небезпеки в систему управління твердими комунальними відходами впроваджувати методи екологічного краудсорсингу із залученням громадськості на основі публічної оферти, що включає концепцію краудсорсингу, яка передбачає механізм залучення до вирішення проблеми поводження з ТКВ широке коло зацікавлених сторін з використанням активного Інтернет-обговорення та описує стейкхолдерів, які є агентами зацікавленого суспільства (соціальні експерти) з питань поводження з відходами;

- *набули подальшого розвитку та розширено наукові уявлення* щодо особливостей та закономірностей походження й поширення природоохоронної небезпеки впливу ТКВ для ОТГ Житомирської області, які, на відміну від існуючих, ґрунтувалися на проведенні системних експериментальних досліджень різних об'єктів та територій за період 2013-2018 р. р., а саме морфологічний склад ТКВ, гідрохімічний склад стічних фільтраційних вод полігонів, аналіз ґрунтів прилеглих територій та їх гідрологічний режим, що є базою для прогнозування впливів та обсягів накопичення ТКВ в моделі системної динаміки;

- *набули подальшого розвитку* критерії оцінювання рівня екологічних небезпек за рахунок включення показників впливу систем транспортування, розміщення і переробки ТКВ, що дозволяє оптимізувати систему управління відходами та визначати бізнес-структури для транспортування ТКВ;

– *набули подальшого розвитку* математичні моделі процесів відходоутворення в залежності від показників соціально-економічного розвитку м. Житомир та Житомирської області, які на відміну від існуючих описують

залежності кількісного та якісного складу ТКВ від соціально-економічних показників розвитку міста з врахуванням динаміки утворення відходів та формують механізм прогнозування динаміки змін в системі поводження з відходами регіону;

– *удосконалено* методологію формування регіональних програм поводження з відходами на основі логістичного підходу, яка на відміну від існуючих доповнена морфологічною матрицею для формування морфологічних моделей зацікавлених сторін і дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми сценаріїв виконання місії програми відповідно закономірностей будови (морфології) регіональної програми поводження з відходами;

– *удосконалено* сервісну модель електронної інформаційної системи управління відходами для реалізації виробничої програми управління відходами ОТГ, яка адаптована для окремих ОТГ, що включає обмін інформацією про склад та структуру матеріального потоку відходів, значення емісій при тих чи інших процесах, що пов'язані з утворенням, зберіганням, транспортуванням та утилізацією відходів між керівниками ОТГ.

Практичне значення одержаних результатів.

Визначено основні стратегічні тенденції формування регіональної підсистеми управління ТКВ, що передбачають введення роздільного збору відходів, формування логістичної інфраструктури, яке включає будівництво сміттєперевантажувальних і сміттєсортувальних станцій.

Розроблено бізнес-стратегію впровадження екологічно-орієнтованої логістичної системи при управління регіональними програмами управління відходами ОТГ, яка передбачає послідовну реалізацію етапів – прийняття стратегічних рішень, формування тактичного рівня, реалізація оперативних та функціональних рішень.

Отримані залежності зміни морфологічного складу ТКВ Житомирської ОТГ та гідрохімічного складу стічних фільтраційних вод (фільтрату) дозволяють

проводити моніторинг та контроль рівня забруднення фільтраційних вод полігону ТКВ Житомирської ОТГ.

Проведено імітаційний експеримент змін кількості населення та утворення відходів на коротко- і довгостроковий період, результати якого визначили прогностичні значення показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ та потенційні економічні наслідки діяльності з переробки відходів або відновлення ресурсів.

Розроблено програмний модуль "Municipal waste counter (MWC)", який дозволяє прогнозувати кількість ТКВ, що генеруються населенням ОТГ, визначати основні компоненти відходів. Програмний продукт розроблений за допомогою мови програмування Visual C# 7.0 у середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2017 з використанням програмної платформи.NET Framework 4.5.1.

Запропонована схема комунікацій при реалізації крауд-проектів між учасниками системи управління відходами.

Результати роботи впроваджено в організаційній діяльності Білокоровицької сільської ради Олевського району Житомирської області (довідка про впровадження від 09.03.2020 р. № 283) та управління у справах сім'ї, молоді та спорту Житомирської міської ради (довідка про впровадження від 16.10.2020 року № 709), у виробничій діяльності ТОВ "ЕКО ЗАХИСТ УКРАЇНА" (довідка про впровадження від 28.12.2020 р.), у господарській діяльності ТОВ "ЕКО-МБ" (довідка про впровадження від 10.03.2020 р. №10/01), в роботі Державної екологічної інспекції Поліського округу (довідка про впровадження від 16.05.2020 року № 29/05), у навчальний процес кафедри екології Державного університету "Житомирська політехніка" (довідка про практичне впровадження від 10 березня 2020 року №44-23.07/486) під час викладання наступних дисциплін: "Екологічна безпека", "Управління та поводження з відходами", "Менеджмент відходів", а також в навчальний процес Житомирського професійного ліцею довідка про практичне впровадження від 10

грудня 2020 року №44) під час викладання наступних дисциплін: "Екологія", "Біологія" та "Географія".

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею та є самостійним дослідженням здобувача, що має наукове та практичне значення. Автором особисто обґрунтовано напрямки наукових досліджень, розроблено науково-теоретичні основи методології сучасного управління відходами на регіональному рівні для об'єднаних територіальних громад, узагальнено отримані результати, сформульовано висновки та наведені практичні рекомендації. Польові та експериментальні матеріали, дані лабораторних аналізів, літературні джерела опрацьовані особисто автором у період з 2013 до 2020 р.

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на Міжвузівській науково-практичній конференції студентів аспірантів і молодих учених "Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції" (2014–2019 рр., Житомир), на Всеукраїнських наукових on-line конференціях студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології та геотехнологій" (2015–2019 р.р., Житомир), на Науково-практичній конференції: "Вода: проблеми та шляхи вирішення" (2016 р., Рівне), на Всеукраїнських науково-практичних on-line конференціях аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки. Том 1. Промислова екологія (2017–2019 рр., Житомир), на Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих учених та студентів (25 квітня 2019 р., Одеса).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано (42 наукових праці) 19 статей у наукових фахових виданнях України, 3 у виданнях, що включені до міжнародних науково-метричних баз "Scopus" та "Web of Science", 1 стаття в зарубіжному виданні, отримано 7 свідоцтв про реєстрацію авторського права на літературний письмовий твір України, 12 тез та матеріалів доповідей на науково-технічних конференціях, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків до роботи, переліку використаних джерел із 300 найменувань та 13 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 341 сторінок (290 сторінок основного тексту), у роботі 109 рисунків, 78 таблиць.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

1.1. Сучасний стан та ситуація у сфері поводження з твердими побутовими відходами в Україні

Населення планети Земля за даними світової статистики у реальному часі на сьогодні становить 7,6 млрд [2], щорічний приріст населення за даними Організації Об'єднаних Націй сягає 1,5–2% на рік [3], а обсяги сміттєзвалищ зростають приблизно на 6 % в рік. Водночас, в країнах з досить високим рівнем доходу на душу населення, обсяги відходів з розрахунку на одну людину збільшуються швидше, ніж в країнах з низьким доходом. Темпи зростання утворення відходів залежать не лише від приросту населення, а й від доходів та способу життя. Обсяг відходів, що утворюються на урбанізованих територіях залежить від таких чинників як, чисельність населення, обсяг промислового виробництва, географічне положення, сезонність тощо.

Течії глобалізації та громадських модифікацій наростили важливість збереження навколишнього середовища, а отже, закликають Україну прийняття невідкладних заходів для збереження екологічної безпеки країни шляхом змін в системі управління відходами. Економічний розвиток держави тривалий час супроводжувався незбалансованою експлуатацією навколишнього середовища, низькою пріоритетністю питань щодо захисту довкілля, що призвело до унеможливлення досягнення сталого розвитку.

У Законі "Про відходи" [4] побутові відходи трактуються як "відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини у житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних із виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх

накопичення" [4]. Побутові відходи можна залежно від класифікаційної ознаки. Оскільки в Україні нині не існує стандартів, які б регулювали механізми поводження з відходами й давали чіткі трактування специфічної термінології та понять у цій сфері, поряд із терміном "побутові відходи" вживається поняття "муніципальні відходи", яке запозичене у розвинених країнах Заходу. Історично "муніципальними відходами" називали відходи, похованням яких займалася міська влада. В українських офіційних документах термін "муніципальні відходи" відсутній, а натомість поширено поняття "комунальні відходи" (ТКВ), або "тверді побутові відходи" (ТПВ).

До ТКВ, що стосуються норми накопичення від населення та вивозяться спецтранспортом, відносяться відходи, які утворюються в житлових і громадських будівлях (включаючи будівельні відходи), відходи від опалювальних приладів автономного опалення, вуличне сміття, опале листя, що збираються з дворових територій, і великі предмети домашнього вжитку [5]. Комунальні відходи охоплюють: домашні відходи, фекалії, відходи з торговельних закладів та закладів надання послуг, вуличні відходи та інші. Вони мають вміст різних складників, таких як попіл і шлак, рештки з кухні та харчові рештки, папір, скло, металобрухт, пластикові відходи, а також, великогабаритне сміття. Комунальні відходи виникають у домашніх господарствах, найчастіше не містять небезпечних речовин на відміну від інших виробників відходів, які з погляду на свій характер або склад подібні до відходів, які мають побутове походження. КТВ різняться за фізичним та хімічним складом, який залежить від облаштування будинків технічно-санітарним устаткуванням (головним чином способу опалення), виду забудови. Найчастіше, комунальні містять приблизно 40-50 % органічних субстанцій.

За даними державної служби статистики [7] в 2018 році в Україні за видами економічної діяльності утворено 352333,9 тис. т відходів (рис. 1.1).

За оцінкою експертів Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства [6], на території України за 2018 рік

утворилося майже 54 млн м³ твердих побутових відходів, або понад 9 млн. тон, які захороненні на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 9 тис. га. В 1181 населеному пункті України в 2018 році впроваджено роздільне збирання побутових відходів, працює 26 сміттесортувальних ліній, 3 сміттєспалювальних установки та 1 сміттєспалювальний завод, перероблено та утилізовано близько 6,2 % ТПВ, з них: 2 % спалено, а 4,2 % потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи.

Як показано на рисунку 1.1, кількість побутових відходів складає 1,6 % від загальної кількості відходів утворених за зазначений рік. Але всі вони потрапляють на звалища та на полігони твердих побутових відходів (ТКВ). Через неналежну систему поводження з ТКВ містах та селах, зазвичай це в приватних домоволодіннях, щорічно утворюється близько 26,6 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу 0,75 тис. га, з них ліквідовано у 2018 році 26 тисяч несанкціонованих звалищ площею приблизно 0,68 тис. га [6].

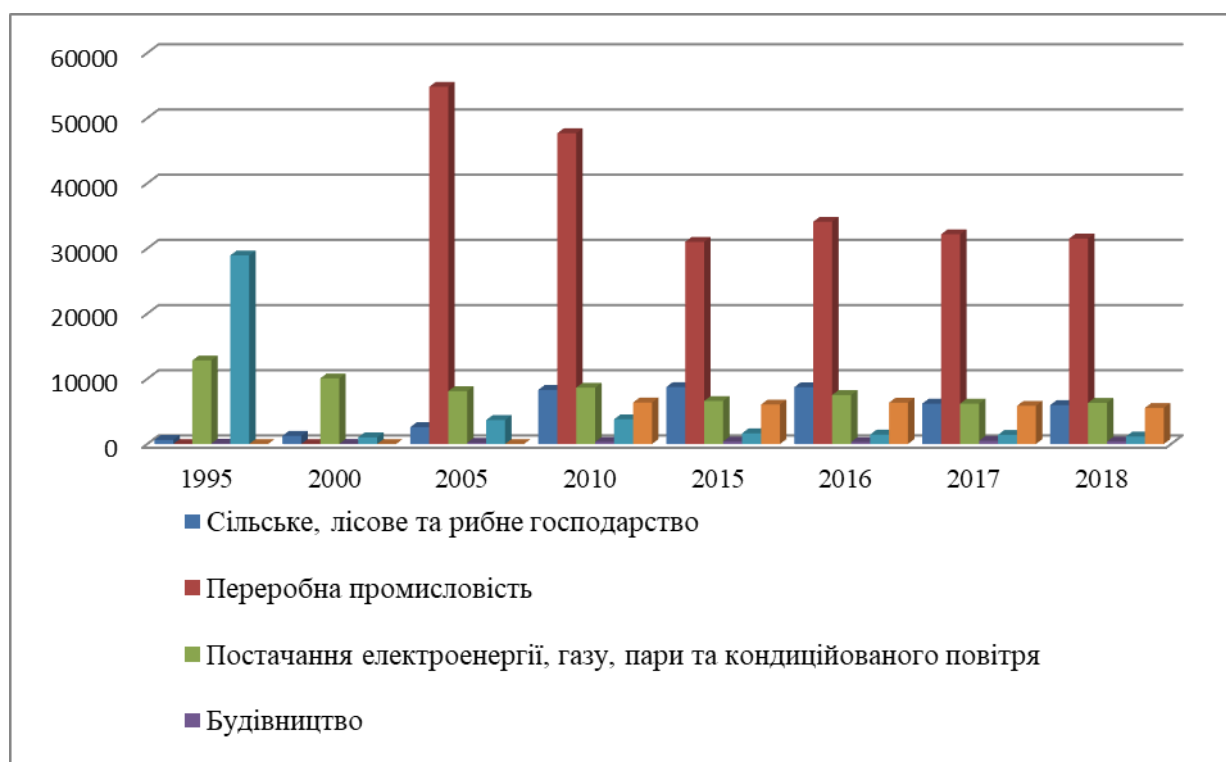


Рисунок 1.1 – Динаміка утворення відходів за видами економічної діяльності за 1995-2018 рр.

В табл.1.1 приведено кількість утворених відходів I-IV класів небезпеки у 2019 р. в Україні.

Таблиця 1.1

Утворення відходів I-IV класів небезпеки у 2019 р. в Україні

Область	тис.т	У % до загальної кількості
Україна	441202,8	100,0
Дніпропетровська	251981,3	57,1
Полтавська	97442,8	22,1
Кіровоградська	37370,0	8,5
Донецька	25606,4	5,8
Запорізька	5404,1	1,2
Івано-Франківська	2991,7	0,7
Вінницька	2711,3	0,6
Миколаївська	2282,0	0,5
Львівська	2159,7	0,5
Харківська	1752,3	0,4
м.Київ	1669,9	0,4
Київська	1418,1	0,3
Черкаська	1259,4	0,3
Тернопільська	1062,6	0,2
Хмельницька	900,4	0,2
Сумська	863,8	0,2
Чернігівська	695,9	0,2
Волинська	668,1	0,2
Одеська	640,1	0,1
Рівненська	553,0	0,1
Житомирська	479,1	0,1
Луганська	443,4	0,1
Херсонська	375,9	0,1
Чернівецька	318,7	0,1
Закарпатська	152,8	0,0

Дані: Держстат

За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства (Мінрегіону) [6] в Україні необхідно побудувати понад 421 одиниць нових полігонів. Найбільша потреба в них регіонів у Дніпропетровській області (55 одиниць) та Закарпатській області (44 одиниці).

Визнано, що відходи містять до 75% корисних матеріалів. Тому створення суб'єктів господарювання з переробки ТКВ є економічно вигідним та безпечним для довкілля. Складові комунальних відходів, переважно органічні, підлягають біохімічним перетворенням і діють на середовище через продукти розкладання: вуглекислий газ, амоніак, сірководень, метан, сірчистий газ тощо, що створює загрозу для середовища через зараження повітря, ґрунтових та поверхневих вод хвороботворними мікроорганізмами.

Для зниження антропогенного впливу на довкілля та забезпечення підвищення рівня екологічної безпеки населення регіону важливим фактором є ефективна система поводження з ТКВ.

За даними [7] домінуючим способом поводження з ТКВ залишається їх вивезення та захоронення на полігонах та сміттєзвалищах. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 256 од. (4,2%), а 984 од. (16%) не відповідають нормам екологічної безпеки. У 2018 році лише 5,8% утворених побутових відходів перероблено, в тому числі 2,71 % (1,3 млн. м³) – знешкоджено (утилізовано), 3,09 % (1,53 млн. м³) – відправлені до сміттєпереробних комплексів й приблизно 0,003 % (2000 м³) – компостовано. 94 % відходів було розміщено на полігонах та сміттєзвалищах (станом на 2018 рік – 5470 одиниць). Зі всіх полігонів та сміттєзвалищ, які існують в Україні, 305 (5,6 %) перевантажені, а 1646 (30 %) не відповідають нормам природоохоронного законодавства.

За оцінками експертів більше 99 % функціонуючих полігонів в Україні не відповідають європейським вимогам (Директиві Ради № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. "Про захоронення відходів" [8]). У більшості випадків, завдяки незадовільному ступеню контролю або відсутності відповідного порядку управління відходами, за офіційними даними, щорічно утворюється 27 тисяч несанкціонованих звалищ. Сама більша кількість полігонів, які потребують паспортизації, у Чернігівській області – 77% від загальної кількості полігонів в області та Запорізькій області – 73 %. З 543 сміттєзвалищ, які потребують

рекультивациі, фактично рекультивовано 74 (7,7% потребує рекультивациі). Найбільша кількість полігонів, які потребують рекультивациі, у Закарпатській області –67 % від загальної кількості полігонів в області та у м. Києві. Насьогодні потрібно терміново збудувати 421 нових полігонів (Дніпропетровській області – 55, Закарпатській області – 44 одиниці) [7].

Таким чином, існуюча система управління ТКВ не тільки не відповідає сучасним європейським вимогам та підвищує рівень екологічних небезпек в Україні, але наражає на збитки окремі галузі господарства.

Наприклад, наявний парадокс, що має місце в Україні, із управління відходами паперу та картону. Цей вид ТКВ є залишком кінцевого споживання продукції, та найчастіше збирається в Україні і використовується як макулатура. Відомо, що 70 % макулатури можна утилізувати, отримавши новий продукт [9, 10, 11]. Тільки у 2017 році в Україні утворилося в загальному обсязі майже 12,5 мільйонів тон ТКВ [12] майже мільйон тон складала відходами паперу та картону. Такого обсягу макулатурної сировини було б достатньо, щоб забезпечити потребу підприємств української картонно-паперової промисловості. Проте, українські підприємства галузі щороку витрачають мільйони доларів на закупівлю у закордонних заготівельників паперу та картону (відходів та макулатури) [13], сировину з часткою волокон в композиції понад 80 %. Потужність паперових машин українських підприємств становить в середньому 1 млн тон паперу і картону на рік. Відповідно, такі виробничі потужності картонно-паперових підприємств, за умови повного завантаження, зможуть переробити близько 900 тисяч тон макулатури на рік [14, 15]. Однак, внаслідок недостатнього розвитку системи збору вторинної сировини та ринку вторинних ресурсів тисячі тонн паперу збираються на звалищі, а на внутрішньому ринку відзначається сильна нестача макулатури, що відшкодовується за рахунок ввезення з інших країн [16, 17]. На сьогодні в Україні гостро стоїть проблема нестачі макулатурної сировини. Картонно-

паперова галузь України поступово збільшує обсяги виробництва [18, 19], відповідно до чого збільшується потреба у вторинній сировині.

Іншими видом відходів, що входять до складу ТКВ, є полімерні матеріали. Проблема їх утилізації загострюється з кожним роком. Частка полімерних матеріалів у побутових відходах наближається до 20 % за масою, що складає сотні тисяч тон на рік [14, 20]. Згідно з даними [21, 22, 23], в ТКВ, в середньому, міститься така кількість пластмас: поліетилен – 41 %, поліпропілен – 18 %, полістирол/спінений полістирол і полівінілхлорид – по 9 %, складний поліефір – 7 %. Зазвичай пластмасові відходи представляють собою суміш різних матеріалів, які практично не піддаються ідентифікації. Процес розпаду пластмасових матеріалів у звичайних умовах займає до тисячі років [24].

Збір і заготівля пластикових відходів є не меншою проблемою, ніж їх переробка. По-перше, пластики, що призначені для рециклювання, повинні бути очищені від сміття (достатньо трудомісткий процес). По-друге, вони повинні сортуватися за видами (полімери змішуються вкрай рідко, відсутні реальні стимули для легального заняття збором і заготівлею відходів [25, 26].

Проблемою системи сучасного управління відходами є відсутність обліку ресурсоцінних компонентів у складі ТКВ. Статистичні дані щодо утворення відходів, які в Україні надає Державний комітет статистики [7], збираються валовим способом. Цю інформацію з 2010 р. збирає Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства (зараз Міністерство розвитку громад та територій України), в яких відходи, як вторинна сировина, не обліковуються. Тому, в Україні виникає потреба визначати джерела інформації, з метою надання експертам сукупної інформації, щодо оцінки ресурсних резервів відходів.

Гострим є питання формування тарифів на поводження з ТКВ. Середній тариф в Україні становлять 102 грн/м³, у тому числі за утилізацію – 30,49 грн/м³. В той же час, середній тариф на поводження з ТКВ для населення – 87,4 грн/м³, у т.ч. за утилізацію – 27,2 грн/м³. За експертними оцінками Міністерство

регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства [6] обсяг реалізацій послуг з вивезення ТКВ у 2018 р. склав приблизно 3,3 млрд грн. На додаткове утримання санітарної очистки у 2018 році виділено понад 1 млрд гривень. Великі обсяги фінансування сфери управління відходами – у Донецькій (191 млн грн) та у Харківській областях (понад 162 млн грн); у місті Києві (понад 141 млн грн).

Таким чином, в Україні існує гостра проблема функціонування системи управління ТКВ та їх небезпечними складовими [9, 10], що створює високий рівень екологічних, економічних та соціальних небезпек як для об'єднаних територіальних громад, так і для держави в цілому.

Для ефективного управління відходами як на державному, так і на регіональному рівнях, необхідно прискорити реформування цієї сфери.

Першим принципом реформи є впровадження економіки замкненого циклу або циркулярної економіки (в перекладі з англ. *Closed-loop economy* або *Circular economy*), яка представляє модель економічного розвитку за принципами відновлення та раціонально споживання ресурсів для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, безвідходного виробництва й досягнення завдань сталого розвитку [23].

Другим принципом є ієрархічний підхід до управління відходами (рис. 1.2), який базується на п'ятиступеневій ієрархії управління відходами та дозволяє запобігти утворенню відходів, або забезпечення їх повторного використання. Якщо це неможливо - здійснюється рециклінг відходів (складові матеріали з відходів переробляються на іншу продукцію, матеріали або речовини), що включає переробку органічного матеріалу, але не включає відновлення енергії або перероблення на матеріали, що будуть використовуватися як паливо чи матеріали для зворотного заповнення.

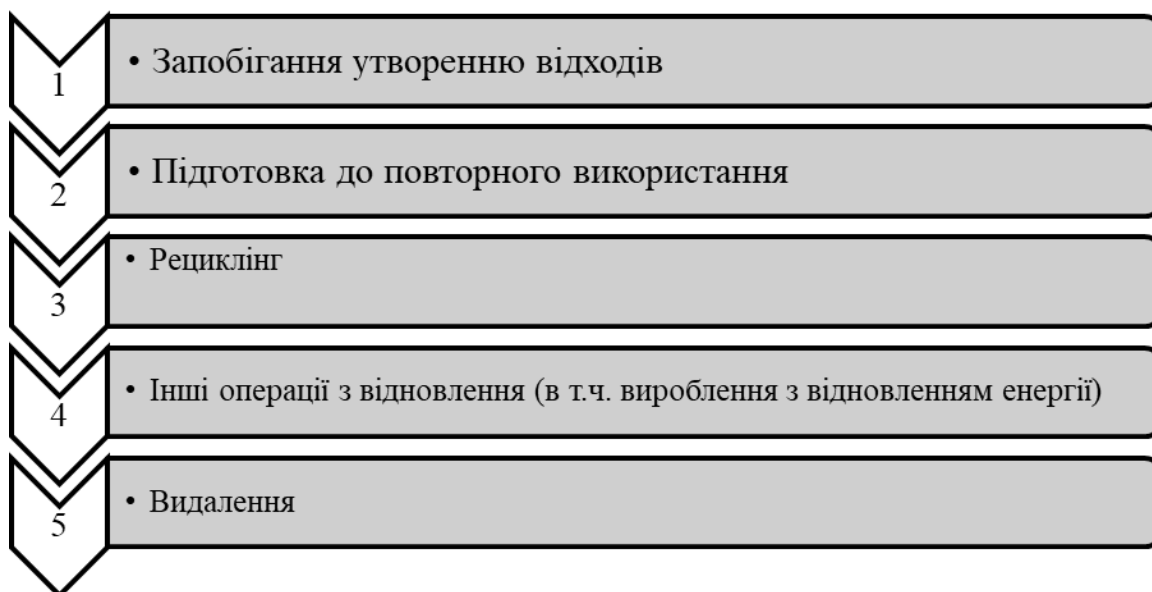


Рисунок 1.2 – Ієрархія управління відходами [23]

Якщо рециклінг неможливий, застосовуються операції утилізації відходів, в тому числі із відновлення енергії або переробка на матеріали, які будуть використовуватися як паливо чи матеріали для зворотного заповнення. Останнім етапом є захоронення відходів у спеціально обладнаних місцях та/або знищення (знешкодження) на установках, що не відповідають екологічним нормативам захисту довкілля [23].

Для запровадження в Україні європейських принципів поведіння із усіма видами та типами відходів у листопаді 2017 Кабінетом Міністрів України схвалено «Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року» [7]. В основі реформи покладено принципи циклічної економіки та розширеної відповідальності виробника. Реалізація Національної стратегії здійснюється шляхом виконання загальних та спеціальних заходів упродовж трьох етапів:

перший етап впроваджено 2017–2018 роки,

другий – 2019–2023 роки,

третій – 2024–2030 роки.

Аналіз загальних заходів показує, що на I та II етапах реалізації Національної стратегії впроваджуються управлінські, організаційні,

інструктивно-методологічні заходи. На III етапі, заплановано модернізацію матеріально-технічної бази суб'єктів господарювання, які багаторазово використовують природні ресурси та перероблення і утилізацію відходів з можливим терміном реалізації до 2030 року. У сфері поводження з ТКВ передбачено створення органами місцевого самоврядування в населених пунктах (чисельністю більше ніж 50 тис. осіб) спеціалізованих комунальних пунктів збирання усіх видів відходів.

У Національній стратегії передбачено зменшення кількості полігонів (сміттєзвалищ) шляхом побудови мережі регіональних полігонів для захоронення ТПВ (потужністю 50 тис. тон/рік на менше ніж 150 тис. осіб населення кожний); скорочення транспортних витрат влаштування мережі сміттєперевантажувальних станцій (200 одиниць). У 2023 р., в цілому передбачено забезпечення перероблення близько 15 % ТПВ і охопити роздільним збиранням відходів 23 % населення, у 2030 році відповідно 50 % ТПВ та 48 % населення України. Автори [27] вважають, що досягнення цих показників, без побудови інфраструктури об'єктів з перероблення та утилізації ТПВ, як окремої галузі національної економіки, є неможливим. Конкретно, у Національній стратегії зазначається необхідність спорудження об'єктів інфраструктури, але не зазначається яких саме, у яких місцях, та за які кошти. Можливо це буде визначено у Національному та регіональних планах поводження з відходами.

Інструментами реалізації Національної стратегії визначено затверджений Кабінетом Міністрів України у лютому 2019 року Національний план управління відходами до 2030 року [1], який передбачає розробку регіональних планів управління відходами до 2030 року (рис.1.3).

Реалізація Національної стратегії управління відходами та Угоди про асоціацію з ЄС передбачає адаптацію національного законодавства до вимог європейського законодавства та впровадження рамкового закону "Про управління відходами" [28].



Рисунок 1.3 – Інструменти реалізації стратегії управління відходами в Україні до 2030 року

Документ має комплексний характер та є основою для прийняття усіх секторальних законів у цій сфері та визначає правові, організаційні, економічні засади та правові механізми контролю для забезпечення захисту довкілля й здоров'я людини задля впровадження заходів для запобігання або зменшення утворення відходів, зниження негативних наслідків від управління відходами, сприяння їх повторному використанню і відновленню як вторинної сировини та енергетичних ресурсів (рис. 1.4).

13 травня 2020 р. Верховна Рада України розглянула три законопроекти, спрямовані на удосконалення правового поля у сфері поводження з ТПВ:

- проєкт Закону "Про управління побутовими та іншими відходами" №2207 від 03.10.2019;
- проєкт Закону "Про управління відходами" №2207-1 від 16.10.2019;
- проєкт Закону "Про відходи" №2207-2 від 17.10.2019.

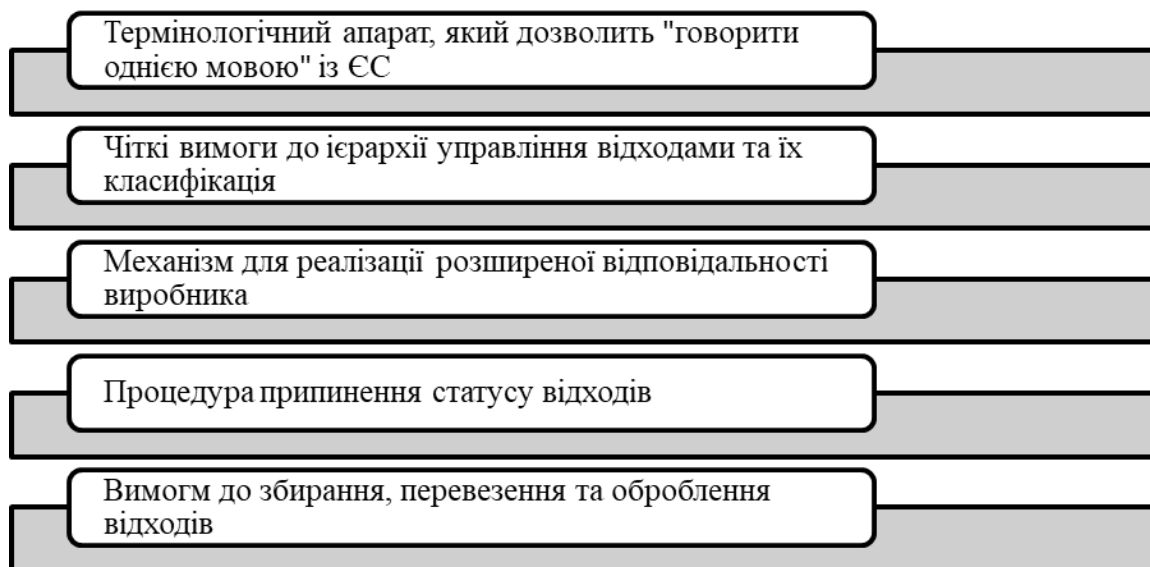


Рисунок 1.4 – Структура законопроекту "Про управління відходами"

Станом на 10.06.2020 р. проєкт Закону України "Про управління відходами" (№ 2207-1 від 16.10.2019 р.) доопрацьовано Комітетами Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, з питань енергетики та житлово-комунальних послуг, з питань правоохоронної діяльності, з питань економічного розвитку, з питань національної безпеки, оборони та розвідки, з питань управління державної влади, місцевого самоврядування, регіонального розвитку та містобудування, з питань бюджету, з питань антикорупційної політики й з питань інтеграції України з Європейським Союзом [28, 29].

Подальшої роботи потребують [30]:

- доопрацювання законопроекту про управління відходами із урахуванням положень Директиви ЄС про відходи, пропозицій громадськості та експертного середовища та подати його до Верховної Ради України;
- забезпечення у найкоротший термін законодавчого регулювання питань управління побутовими відходами відповідно до нових підходів, які запроваджуватимуться рамковим законом про управління відходами;

- доопрацювання законопроектів про відходи електричного та електронного обладнання, батарейки, батареї і акумулятори, за умови його узгодження із рамковим законом про управління відходами;
- прискорення розробки та оприлюднення для громадського обговорення інших законопроектів у сфері відходів, що передбачені Стратегією управління відходами, а також необхідних підзаконних актів.

Можемо стверджувати, що в статті 25 Закону України "Про відходи" до компетенції центральних органів виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері житлово-комунального господарства, належать формування нормативно-методичного забезпечення, розроблення та затвердження державних стандартів, норм і правил у сфері поводження з побутовими відходами. В той же час, місцеві державні адміністрації організують, а органи місцевого самоврядування забезпечують ліквідацію несанкціонованих і неконтрольованих звалищ відходів (ст. 20 та 21 Закону України "Про відходи") [4].

Результати реформи у сфері управління відходами в Україні можуть бути досягнуті після розробки та впровадження регіональних планів управління відходами. Для їх цього Міністерством енергетики та захисту довкілля України (зараз Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України) розроблено та затверджено 12.04.2019 року Методичні рекомендації з розроблення регіональних планів управління відходами [29, 31]. В документі рекомендована структура Регіонального плану, яка включає: вступ, характеристику регіону, аналіз поточного стану системи управління відходами в регіоні, планування системи управління відходами в регіоні, індикатори та моніторинг виконання плану, інформацію про Стратегічну екологічну оцінку.

Розробка таких планів для кожного регіону має свою специфіку та особливості, потребує детального вивчення ситуації в регіоні, адаптації до місцевого рівня та пошуку шляхів і джерел забезпечення виконання цих планів.

З 1 травня 2019 р. набули чинності нові «Правила надання послуг з поводження з побутовими відходами» (постанова КМУ № 318 від 27.03.2019 р.). Документом остаточно закріплені за органами місцевого самоврядування усі повноваження щодо поводження з побутовими відходами, а саме: обрання підприємства (на конкурсній основі), формування тарифів, розробки схем санітарного очищення, відведення земельних ділянок для будівництва сміттєпереробних заводів, рекультивації полігонів тощо.

За умов децентралізації влади в Україні відповідальність за зниження негативного впливу ТКВ на довкілля та підвищення рівня екологічної безпеки сьогодні покладена на органи виконавчої влади та місцевого самоврядування ОТГ, що, наряду з вже існуючими довгостроковими проблемами, створює нові, які криються у формуванні системи управління комунальними відходами на місцевому рівні в територіальних об'єднаних громадах як міських територій громади, так сільської місцевості.

Таким чином, можна виділити основні проблеми сучасної системи управління відходами в Україні:

1) техніко-технологічні:

- орієнтація на утилізацію відходів на полігоні та сміттєзвалищах, які не відповідають вимогам екологічної безпеки;
- низький технічний т технологічний рівень;

2) фінансово-економічні:

- обмежені фінансові ресурси та джерела фінансування;
- низькі тарифи на послуги із захоронення відходів не стимулюють ні суб'єкти господарювання, ні місцевих органів влади до переробки відходів;

3) управлінські та організаційні:

- система управління відходами обмежена підходами до прийняття комплексних управлінських рішень;
- відсутність системи рекуперації, роздільного сортування побутових відходів, при чому втрачаємо мільйонів тон вторинних матеріалів;

- низький рівень впровадження інноваційних технологій;
- у більшості населених пунктів України відсутні діючі програми поводження з твердими комунальними відходами.

Наявність всіх цих проблем призводить до утворення стихійних сміттєзвалищ, погіршення санітарного стану населених пунктів та підвищує рівень екологічної небезпеки регіону.

Таким чином, проблема утворення та управління ТКВ в Україні залишається гострою і потребує нагального вирішення. Законодавча база знаходиться в стадії реформування та повністю не сформована. Органи виконавчої влади та місцевого самоврядування ОТГ, які мають вирішувати наявні проблеми та формувати систему управління комунальними відходами на місцевому рівні в територіальних об'єднаних громадах як міських територій громади, так сільської місцевості, не мають для цього ні необхідних знань, досвіду та розробленого методичного забезпечення. Для впровадження ефективних систем управління відходами на регіональному рівні доцільно розглянути існуючий вітчизняний та міжнародний досвід.

1.2. Міжнародний досвід управління твердими комунальними відходами

1.2.1. Нормативно-правове регулювання управління відходами в Європейському Союзі

На території ЄС діє низка Директив Європарламенту, що спрямовані на зменшення негативної дії відходів як на довкілля, так і на здоров'я людини.

Резолюція прийнята Генеральною Асамблеєю ООН [32, 33] 27 липня 2012 року закликає країн-учасників взяти напрямом життєвого циклу і подальшої розробки та впровадження сучасних стратегій ресурсо-ощадливого споживання та виробництва, а також екологічно чистого видалення та знешкодження відходів. Резолюція пропонує розвивати принцип "скорочення → повторне

використання → утилізація відходів", та використовувати практику отримання зеленої енергії за рахунок утилізації відходів, утилізувати більшу частину утворених відходів екологічно чистими способами і використовувати їх як вторинні ресурси.

Країни-учасники ЄС у сфері менеджменту відходів керуються низкою нормативно-правових документів загального характеру. Розглянемо деякі з них.

Директива 2008/98/ЄС (далі – Директива) Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи (або Рамкова директива про відходи) [34] передбачає впровадження заходів захисту довкілля та здоров'я людей шляхом попередження та/або зменшення негативних впливів відходів та поводження з ними, а також використання цінних ресурсів та підвищення ефективності такого використання.

Основними завданнями Директиви є:

- колаборація завдань захисту довкілля та здоров'я людей та заходів спрямованих на максимальне використання вторинних ресурсів;
- регламент та порядок віднесення відходів до категорії небезпечних;
- впровадження завдань удосконаленої відповідальності виробника;
- вимоги до управління відходами.

Згідно Директиви [34] держави-члени Європейського Союзу зобов'язані до 2020 року забезпечити нормативно-правові та інженерно-технічні умови для підготовки до утилізації та повторного використання таких видів відходів, як пластмаса, папір, метал, скло тощо, твердих побутових відходів з домашніх господарств що найменше як на 50 % (за масою від загальної кількості).

Директива 1999/31/ЄС [35] Європейського Парламенту і Ради від 26 квітня 1999 року про захоронення відходів спрямована забезпечити контроль захоронення відходів для попередження чи зменшення шкідливих наслідків для навколишнього середовища та ризику для здоров'я людини, протистояння глобальній зміні клімату та сприяння сталому розвитку шляхом прийняття заходів, з метою зменшення утворення біогазу в захороненнях. Дія цієї

Директиви розповсюджується на будь-які місця зберігання відходів та визначає умови, яким мають відповідати захоронення: розміщення, нагляд, обладнання, контроль, герметичність, та способи застереження й захисту від будь-якої небезпеки навколишньому середовищу. Крім цього, Директива 1999/31 / ЄС включає функцію надання спеціального дозволу для всіх видів поховань відходів

Так, для розміщення полігону створюється відповідна дозвільна система, що забезпечує контроль зі сторони держави за їх функціонуванням, а також зменшує можливість зловживань операторів полігонів та забезпечує належний моніторинг роботи полігону. В документі зазначено, що необхідно запроваджувати заходи для забезпечення того, щоб всі витрати щодо організації та проведення захоронення, включаючи, вартість фінансової гарантії або її еквівалента, оцінена вартість закриття і подальшої обробки полігонів протягом 30 років покривалася ціною, підтвердженої оператором за розміщення будь-яких типів відходів у цьому місці.

Директивою 1999/31/ЄС зазначено, що державам-членам ЄС необхідно здійснювалося захоронення лише оброблених відходів. Під обробкою відходів розуміються теплові, фізичні, біологічні чи хімічні процеси, включаючи сортування, що змінюють характеристики відходів, щоб зменшити його об'єм чи небезпечну природу [35].

У документі встановлено класифікацію місць захоронення відходів: для інертних відходів, для небезпечних відходів, для відходів, які не є небезпечними. Не дозволяється захоронення рідкі відходи; відходи, які в умовах захоронення є вибухонебезпечними, медичних і ветеринарних установ та є інфекційними; повністю використані шини; відходи, які не відповідають критеріям приймання відходів на місця захоронення, визначені у Додатку II до Директиви [36, 37, 38].

В Європейському союзі велика увага приділяється поводженню з відходами, що містять полімерні матеріали (поліхлорбіфеніламід та поліхлортерфеніл). Директива 96/59/ЄС [39] Європейського Парламенту та Ради від 16 вересня 1996 року про видалення поліхлорованих біфенілів та

поліхлорованих терфенілів (ПХБ/ПХТ) передбачає необхідність інвентаризації та обліку обладнання, що продукує ПХБ/ПХТ.

Європейський союз 16 січня 2018 року прийняв першу загальну стратегію щодо переробки пластику [40, 41]. Згідно з планами Європейського союзу, вся пластикова упаковка на ринку держав-членів ЄС повинна утилізуватися до 2030 року, як наслідок зменшиться споживання пластмас одноразового використання, а навмисне використання мікропластику буде обмежено. Поняття мікропластик охоплює малі, як правило мікроскопічні (менше 5 мм), синтетичні полімерні частки, що не піддаються біологічному розкладу. План базується на економічному стимулюванні переробки пластикових відходів і скороченні споживання одноразової упаковки. Єврокомісією виділено 100 млн євро на нові технології, інновації та обмеження щодо мікропластику. Держави-члени ЄС зобов'язані розробляти національні плани та стратегії шляхом заохочення вживання продуктів, що підходять для неодноразового використання, а також вторинного використання та утилізації. Єврокомісія пропонує також ввести заборону використання ватних та пластмасових паличок та тампонів, паличок для перемішування кави, пластмасових кріплень для повітряних кульок та ложок. Ці предмети побуту будуть заборонені у ЄС починаючи з 2021 року. Інші пластикові вироби, а саме, одноразові коробки для бургерів, пляшки для напоїв, харчові контейнери для овочів, фруктів, морозива або десертів, необхідно буде збирати окремо та, відповідно, переробляти у обсязі 90 % до 2025 року.

Також, Європейським Парламентом схвалено пропозиції Європейської Комісії щодо зобов'язань виробників пластикових виробів для рибної ловлі, покривати витрати на збір утвореного сміття в портах, а виробників вологих серветок, гігієнічних прокладок – вказувати на етикетці проміжок утилізації.

Основними документами, що регулюють діяльність у сфері поводження з відходами між Україною та іншими державами є Базельська конвенція (ратифіковано Україною 1 липня 1999 р.) та Стокгольмська конвенція (ратифіковано Україною 18 квітня 2007 р.).

Базельська конвенція [42] щодо контролю за транскордонним транспортуванням небезпечних відходів та їх утилізацією (22 березня 1989 р.) є міжнародним договором, який було розроблено з метою зменшення руху небезпечних відходів між країнами, і зокрема, задля запобігання неконтрольованої утилізації небезпечних відходів у країнах, що розвиваються. Метою Конвенції є зведення до мінімуму кількості і токсичність відходів, щоб забезпечити екологічно безпечне управління ними якомога ближче до джерела виробництва та надати допомогу країнам, що розвиваються з екологічно безпечним управлінням небезпечними та іншими відходами, які вони створюють [42].

У зв'язку із підписанням Угоди про асоціацію України з ЄС (1 вересня 2017 року), Україна має за мету забезпечити наближення природоохоронного законодавства до відповідних директив Європейського союзу (ЄС), впровадження яких є невід'ємною частиною виконання Угоди [43].

У таблиці 1.2 наведено перелік нормативно-правових актів ЄС, впровадження яких є обов'язковим для України.

Адаптація національного законодавства до вимог європейського законодавства передбачає розробку та подання Кабінетові Міністрів України проектів актів про «Національний перелік відходів» на основі класифікації країн ЄС, порядок процедури класифікації відходів, порядок віднесення відходів до категорії небезпечних, порядок прийняття відходів для різних категорій полігонів, порядок проведення інвентаризації об'єктів з оброблення відходів, методику визначення оцінки ризику для навколишнього середовища від об'єктів з утилізації відходів, порядок реєстрації реєстрів у сфері поводження з відходами, план заходів щодо зменшення обсягів захоронення відходів, що біологічно розкладаються.

Таблиця 1.2

Нормативно-правові акти ЄС та заходи до їх впровадження

№	Нормативно-правові акти ЄС	Заходи із впровадження
1.	Директива № 2008/98/ЄС "Про відходи та скасування окремих Директив" від 19 листопада 2008 р.	<ul style="list-style-type: none"> - розробка та прийняття відповідного національного законодавства; - визначення уповноваженого органу (УО); - встановлення механізму повного покриття витрат згідно з принципом розширеної відповідальності виробника та принципом «забруднювач платить»; - підготовка планів з метою управління відходами згідно з п'ятирівневою ієрархією пріоритетів та програми щодо попередження утворення відходів, яка діє в ЄС; - встановлення дозвільної системи для підприємств, які здійснюють операції з видалення (утилізації) відходів та особливі зобов'язання щодо управління небезпечними відходами; - запровадження реєстру підприємств, які здійснюють збір та транспортування відходів.
2.	Директива 1999/31/ЄС "Про захоронення відходів" від 26 квітня 1999 р., із змінами і доповненнями, внесеними Регламентом (ЄС) 1882/2003	<ul style="list-style-type: none"> - розроблення та прийняття відповідного національного законодавства; - класифікація місць утилізації відходів; - удосконалення Національної стратегії шляхом скорочення кількості відходів, здатних біологічно розкладатися, які спрямовуються на полігони; - розробка системи процедур подачі заяв та надання дозволів; - розробка процедур прийняття відходів на полігон; - встановлення контролю та моніторингу під час функціонування, а також рекультивації полігонів шляхом запобігання негативного впливу на довкілля цих полігонів; - розробка планів приведення відповідно до вимог цієї Директиви існуючих місць захоронення; - розробка механізму обчислення вартості захоронення відходів; - використання відповідних відходів перед їх захороненням.
3.	Директива № 2006/21/ЄС "Про управління відходами видобувних підприємств та внесення змін і доповнень до Директиви 2004/35/ЄС" від 15 березня 2006 р.	<ul style="list-style-type: none"> - прийняття національного законодавства та визначення УО; - встановлення функціонуючої системи, яка б забезпечила створення та розроблення суб'єктами господарювання планів управління відходами; - встановлення фінансових гарантій та системи контролю; встановлення дозвільної системи; - рекультивація місць складування відходів

№	Нормативно-правові акти ЄС	Заходи із впровадження
		видобувної галузі; - створення реєстру закритих майданчиків відходів видобувної галузі.
4.	Директива 94/62/ЄС "Про упаковку та відходи упаковки" від 20 грудня 1994 р.	- розробка та прийняття національного законодавства; - визначення УО; - встановлення процедур управління та моніторингу відходів; - встановлення процедур фінансування утилізації відходів пакування.
5.	Директива 2012/19/ЄС "Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)" від 4 липня 2012 р.	- розроблення та прийняття національного законодавства; - визначення УО; - розробка системи контролю, дозвільної системи та фінансових гарантій; - встановлення системи процедур подачі заяв та надання дозволів та процедур прийняття відходів на утилізацію.
6.	Директива 2006/66/ЄС "Про батарейки і акумулятори та відпрацьовані батарейки і акумулятори" від 6 вересня 2006 р.	- розробка й прийняття національного законодавства; - визначення УО; - встановлення дозвільної системи, фінансових гарантій та системи контролю; - розроблення механізму утилізації відходів; - розроблення процедур управління та моніторингу утворення відходів.

Джерело: розробка автора

Таким чином, на території ЄС сформована законодавча система у вигляді низки Директив Європарламенту, що спрямовані на зменшення негативної дії відходів як на довкілля, так і на здоров'я людини. Впровадження «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» передбачає адаптацію національного законодавства до вимог європейського законодавства.

1.2.2. Аналіз сучасного досвіду та напрямків вирішення проблем управління твердими комунальними відходами

Зростаюча кількість відходів є ключовою екологічною, соціальною та економічною проблемою, оскільки кількість відходів, що утворюються в світі, продовжує зростати з кожним роком. Приблизно 3 мільярди тон відходів

утворюються в Європейському союзі щорічно. Це становить близько 6 тон твердих відходів для кожного європейця [44, 45]. Управління відходами стає дедалі складнішим, оскільки стандарти на захоронення та спалювання ТКВ стали більш суворими. Однак розвиток світової економіки споживання підвищує тиск на екосистеми та інфраструктуру поводження з відходами.

В ЄС зв'язок між економічним зростанням та виробництвом відходів слабшає. Виробництво муніципальних відходів на душу населення дещо зменшилося в ЄС-27 з 2000 року (-4 %), тоді як ВВП збільшився на 33 % між 2000 і 2017 [46]. Зменшення кількості утворення відходів, найбільш ефективний варіант у досягненні цієї мети, який сприяє:

- зменшення впливу на довкілля, спричиненого поводженням з відходами, наприклад, скорочення викидів парникових газів, зокрема, викидів звалищного метану чи вуглекислого газу під час спалювання;

- підвищення ефективності використання відходів як ресурсів за рахунок економії енергії та зменшення використання матеріалів, а також "прихованих" впливів на видобуток, виробництво та розповсюдження ресурсів;

- скорочення виробництва небезпечних відходів і, отже, поліпшення умов для здоров'я населення.

Відходи можна розглядати як ресурс, з якого можна отримати певну споживчу користь, що є ключовим для вирішення проблеми і формує новий досвід у сфері управління ТКВ.

У всьому світі проблема утилізації відходів з кожним роком стає все більш актуальною. Найпоширеніший спосіб – поховання на сміттєвих полігонах (звалищах), має суттєвий недолік: витяг з господарського обороту земельних територій. Для великих європейських міст з високою щільністю населення даний спосіб утилізації ТПВ стає все менш прийнятним.

У лютому 2019 року Євростат [47] опублікував оновлені дані щодо утворення ТКВ в ЄС та державах-членах за період 1997–2017 років (рис. 1.5).

Зазначено, що у 2017 році на одну людину утворено 487 кг побутових відходів, проте у 2014 році ця цифра була меншою і становила 478 кг/людину.

Починаючи з 2014 року, спостерігається поступове зростання утворення ТКВ в ЄС. Ситуація в державах-членах ЄС є різною. Найбільше ТКВ утворюється в Данії (781 кг/людину), Кіпрі (637 кг/людину), Німеччині (633 кг/людину), Люксембурзі (607 кг/людину) та Мальті (604 кг/людину), а найменше – в Румунії (272 кг/людину), Польщі (315 кг/людину) та Чехії (344 кг/людину). Дані вказують і на використання різних методів поводження з побутовими відходами.

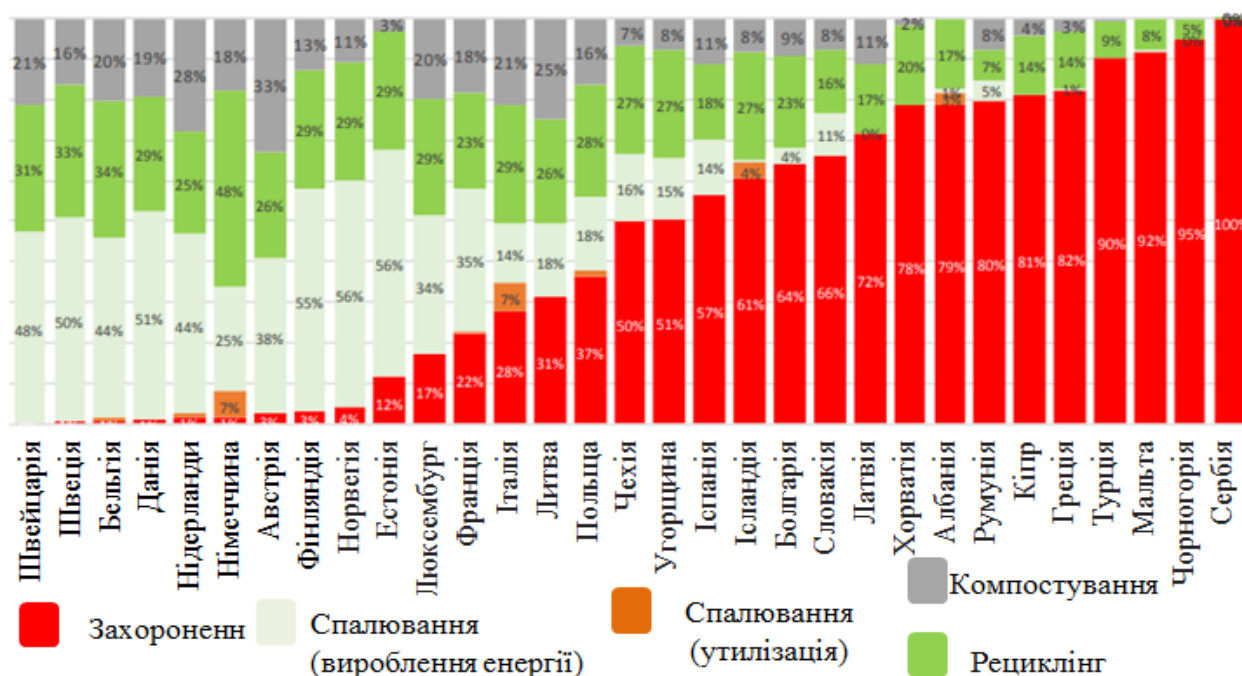


Рисунок 1.5 – Структура поводження з відходами в країнах ЄС (станом на 2017р.)

Джерело: дані Євростат (Eurostat, 2018b) [47]

Так, в цілому по ЄС у 2017 році 30 % відходів перероблено, 17 % компостовано, 28 % спалено і 24 % захоронено. Десять років тому, у 2007 році, картина була іншою: 43 % вивозили на захоронення, 24 % відходів перероблялися, 21 % спалювали і 13 % компостували.

Щоб досягти цілей сталого розвитку, економічного зростання та чистого довкілля більшість держав розробляють національні програми та стратегії поводження з відходами, залучають місцеві органи влади, намагаються змінити ставлення домогосподарств та підприємств до утворення побутових відходів, а також вносять нові парадигми у виробничі процеси та виробництво продукції.

Наприклад, Департаментом навколишнього природного середовища та продовольчих і сільськогосподарських справ Великобританії (Department for Environment Food & Rural Affairs) розроблено Стратегію поводження з відходами до 2050 року "Our waste, our resources: a strategy for England" [46-48]. Стратегія визначає збереження запасів матеріальних ресурсів до 2050 року шляхом зменшення відходів, сприяння ефективному використанню ресурсів та, як наслідок переходу до кругової економіки.

Щороку європейці утворюють 25 млн тон пластикових відходів, менше 30 % з них відправляється на переробку. Згідно з такими ритмами до 2030 року дана кількість перероблених відходів має зрости до 55 % [49]. Більшість відходів потрапляють у моря та океани (табл. 1.3), що є небезпечним для морських тварин та риб, які споживають відходи або потрапляють у них.

Одночасно планується зменшення шкоди довкіллю, шляхом утилізації відходів та відмови від використання пластикового посуду та пакування.

Однією з найбільш поширених у міжнародній практиці є модель координаційного агента як відокремленої структури або неприбутковою компанією з винятковими або частковими правами для поводження з відходами, що утворюються на певній території. Координаційні агенти утворюють керівництво порядком поводження з відходами, укладають угоди і здійснюють підрахунки з організаціями, що надають послуги та експлуатують відповідну інфраструктуру. Муніципалітет є виключно одним із замовників послуг. Модель поєднує в собі тенденція міських органів влади досягти цільових показників по переробці відходів і зменшення їх поховання на полігонах в найбільш економічний спосіб. Економічні можливості місцевих бюджетів часто обмежені.

Використання переважно результативних технологій обробки і ефектність масштабу дозволяють знизити витрати на одиницю переробки ТПВ [50].

Таблиця 1.3

Частка різних видів морського сміття ($\geq 5\text{mm}$) в його загальному складі, в товщі води, на дні, на поверхні і на пляжах, % *

Види морського Сміття	Загальний склад, %	У товщі води, %	На дні, %	На поверхні, %	На пляжах, %
Біотичний	1,3				
Рибальство (метал)	1,3				
Рибні запаси	3,1		10,74		
Склокераміка	3,2	5,63			4,02
Метал	3,71	9,59	8,77		
Різні типи	4,8			6,58	5,71
Папір / картон	1,7				
Мотузка	1,5		3,7		
Текстиль / тканини	1,2				
Деревина	2,3			3,57	
Пачки цигарок	2,9				
Пластик, всього	59,74	51,75	47,06	76,87	57,67
В тому числі:					
Рибальство (пластик)	8,03	22,93	11,97	3,21	8,29
Пластикові волокна	7,05				
Поліетиленова плівка	8,4				
Пластмаса в гранулах	1,3				
Пінополістирол	4,6			3,0	7,05
Інше	4,0				

Складено на основі даних LITTERBASE. URL: <http://litterbase.awi.de/> (дата звернення: 01.09.2018).

* Порожня клітка означає, що частка цього виду сміття вкрай незначна в даному стовпці.

Таким чином, екологічна політика Європейського Союзу дозволяє європейським підприємствам досягати певних економічних результатів з врахуванням збільшення викидів парникових газів, втрат біорізноманіття, збільшення кількості утворення відходів, забруднення навколишнього середовища, що заподіює шкоду довкіллю та здоров'ю населення [49].

Однією з причин зростання кількості відходів в країнах ЄС є скорочення терміну служби товарів масового попиту, крім того, постійно зростає частка упаковки. Тому, у міжнародних корпораціях постає питання зменшення частки матеріалів пакування під час "передачі" її споживачам. Національний пакт (Anti-

waste: reducing packaging waste) про поетапну відмову від пластикової упаковки у своїх магазинах до 2025 року підписала Французька торговельна мережа супермаркетів Carrefour. Документ спрямований на зменшення кількості використання пластику більше ніж на 140 т у рік. Таким чином, компанія приєднується до інших корпорацій, що підписали договір, в тому числі LSDH, Auchan Retail France, Danone, L'Oréal, Biscuits Bouvard, Coca-Cola European Partners, Nestlé France та Unilever.

В компанії вживаються конкретні заходи для запобігання утворення відходів: одноразові картонні коробки та ящики для упаковки замінюються на багаторазові пластикові; використовуються презентаційні дисплеї "готові до продажу", в яких упаковка призначена для більш тривалого використання; дерев'яні піддони (вагою 20 кг) на складах замінюються на піддони з переробленого картону вагою лише 3,3 кг; клієнти можуть купувати і повторно використовувати сумки з органічної бавовни для фруктів і овочів; лотки з полістиролу замінять у 2019 році на картонні, що дозволить заощадити 111 тон пластику; банани та огірки пакуватимуть за допомогою стрічок із переробного паперу, це заощадить більше ніж 23 тони пластику на рік; з 2020 року ритейлер планує попросити клієнтів приносити власні контейнери для купування риби, сирого і вареного м'яса, сиру, делікатесів і випічки [51, 52].

Згідно з доповіддю World Green Packaging [53], пластикова упаковка становитиме 10,6 % переробленої упаковки до 2020 року – в порівнянні з 6,9 % в 2010 році та 8,5 % у 2015 році. Цей зріст обумовлений тим, що порівняно з металевою або паперовою упаковкою, витрати на її переробку значно нижчі. До 2020 року загальний обсяг ринку переробленої пластикової упаковки буде коштувати 26 млрд дол США, найбільшим ринком буде Азіатсько-Тихоокеанський регіон (10,7 млрд дол США), далі йдуть Західна Європа (6 млрд дол США) та США (US \$ 4,6 млрд).

У Франції, Аргентині, Японії, Австралії, Єгипті, Італії та інших країнах світу були введені обмежувальні заходи відносно поліетиленових пакетів.

Введена заборона на безкоштовні ПЕ-пакети, з невеликими уточненнями: дозволені тонкі пакети без ручок, що використовуються для упаковки сирих продуктів і напівфабрикатів. Досвід цих країн показує, що споживання пакетів різко падає [54, 55, 56].

Останнім часом спостерігається збільшення біорозкладного пластику, в основі виробництва якого лежать замість нафти біомаса. Споживання біопластику становить всього близько 0,1–0,2 % загального споживання пластмаси в ЄС. Щорічно кількість споживання біопластику зростає на 20 %. Цьому сприяє переповненість звалищ, законодавча база, викиди парникових газів, збільшення сміття в море. Основними напрямками використання біопластика є виробництво упаковки, упаковки-наповнювача (замінює пінопласт при транспортуванні крихких виробів), сміттєвих мішків, частки яких 37 %, 28 % і 21 % відповідно. Розвиток сучасних технологій спрямований лише на переробку відходів упаковки, але і на зменшення її кількості, а точніше – зниження її ваги [57, 58].

Дослідження американських науковців [59] на чолі з Тревором Зінком показує, що в землі і океанах зараз знаходиться близько 7 млрд т пластикових відходів. Водночас близько половини із цієї кількості створено і викинуто за останні 30 років.

Вчені Geyer R., Jambeck J. R., Lavender K. [60-62] проаналізували ситуацію поводження з пластиковими відходами в різних країнах. Так, наприклад у 2014 році, у США індустрія утилізації пластикових відходів складала всього 9 %, в Європі – 30 %, в Китаї – 25 %. Втім, автори зазначають, що якщо Китай, США і Європа залишаються основними виробниками пластмаси, то "смітять" все-таки споживачі на всіх континентах.

У 2006 році в США було розроблено технологію, яка передбачає виробництво пластикових пляшок із стовідсоткового використаного поліетилену, причому 25 % – це пластикові відходи з "сміттєвого острова" в Тихому океані.

Якість, що отримується в результаті цієї технології, не відрізняється від пластику якості HDPE, виготовленого з первинної сировини.

Відомі транснаціональні компанії, такі як Coca-Cola та PepsiCo планують випускати свої безалкогольні напої з біопластику. В грудні 2012 року компанія Coca-Cola приготував наступний хід, коли заявили про плани партнерства з трьома компаніями, які працюють над альтернативними технологіями виготовлення біопластика і мають намір вивести свої розробки на ринок в найближчі кілька років. Першою включилася в розробку екологічної тари Coca-Cola. З 2009 році компанія продає в пляшках воду Dasani (США), містить до 30 % біопластику. Також, компанія Coca-Cola повідомляла, що вся використовувана нею пластикова тара буде не менше ніж на 30 % складатися з екологічних рослинних матеріалів [63].

PepsiCo, ймовірно, має за мету бути першим у отриманні пластикової тари зі стовідсотково рослинної сировини. Компанія в тестовому режимі планує виготовити 200 тисяч пляшок виключно з біопластику [64]. Виходячи з даних про поточні рівні світового виробництва, впровадження переробленої пляшки призведе до зменшення на 30 % викидів парникових газів та на 55 % зменшення використання енергії.

На сьогодні існує велика кількість комбінованих відходів, що утворюються внаслідок використання товарів упакованих в пакуваннях типу Тетра Пак [65-67]. До складу такого типу упаковки входять 75 % високоякісного картону, 20 % поліетилену, 5 % алюмінію. У світі щорічно потрапляє на переробку 25 млрд таких упаковок [68]. Більшість методів переробки засновано на розкладанні комбінованого матеріалу на окремі компоненти: целюлозне волокно та поліалюмінієву суміш [69-71].

Компанія TSL Ambiental [72] розробила технологію, яка дозволяє переробляти асептичну комбіновану картонну упаковку компанії "Тетра Пак". Ця технологія дозволяє розділяти алюміній і поліетилен, перетворюючи останній під впливом високих температур (до 12000 °C) в парафін. До теперішнього часу всі

існуючі технології дозволяли лише відокремлювати целюлозу, не розділяючи при цьому поліетилен і алюміній на окремі фракції. Отже, повна переробка всіх компонентів асептичної упаковки сприяє використанню їх в подальшому для виробництва нових товарів.

Як описано вище, багато побутових відходів, а саме пластикових відходів, потрапляє у Світовий океан, тому актуальним є питання розробки наукових, управлінських та економічних засад збереження водних об'єктів від антропогенного впливу. Так, недержавна екологічна організація із штаб-квартирою у Нідерландах The Ocean Cleanup [73] запустила систему очистки океану від пластику System 001. Система являє собою конструкцію довжиною приблизно 600 метрів, яку занурюють у воду на глибину 2,7 метра та збирають сміття з поверхні океану, при цьому, не завдаючи шкоди живим організмам. Пластик, який виловлюють з океану потрапляє на берег для подальшої переробки. Оскільки система The Ocean Cleanup була розроблена, виготовлена та запущена в Сан-Франциско, вона буде очищати океан від Великої тихоокеанської плями, яка налічує майже 1,8 трильйонів одиниць пластику. Розробники планують, що впродовж 5 років можна буде усунути 50 % забруднення, а до 2040 року – 90 %. Проте очищення поверхні океану від пластику не є повним вирішенням проблеми, адже різний пластик плаває на різних глибинах в океані. До того ж, океан постійно продовжують забруднювати пластиком. Для того щоб зупинити процес потрапляння пластику в океан необхідно витратити 95 % зусиль, а щоб очистити – 5 % [73].

Ще однією проблемою управління утворення побутових відходів у світі є проблема їх сортування. Так, у роботі [74] зазначається, що звалища США мають наступний склад: 25–30 % товарів короткочасного використання, 25–30% тари та упаковки та 13–15 % харчових відходів.

В табл. 1.4 узагальнено досвід європейських країн в сфері безпечного поводження з твердими комунальними відходами.

Таблиця 1.4

Досвід європейських країн в управлінні відходами

Країна	Особливості
Німеччина	Відмова від полігонів твердих побутових відходів. Кошти інвестуються у такі методи поводження з відходами як сортування, спалювання та переробка. Утилізація відходів здійснюється шляхом їх сортування та подальшої переробки. Відходи які не підлягають переробці спалюються з отриманням тепла та електроенергії. Впроваджена нова система збору сміття жодних санкцій не передбачає.
Швейцарія	Заборонені сміттєві полігони. Кошти інвестуються у такі методи поводження з відходами як сортування, спалювання та переробка. Сортування відходів. Повторно використовуються відходи жерстяних банок та скла. Політикою швейцарі передбачається штрафування за викидання невідсортованих відходів.
Франція	Система утилізації відходів передбачає сортування відходів на дві фракції, вторинна сировина та інші відходи. Передбачається урини для одягу. Не передбачає покарань чи заохочень
Швеція	Відмова від полігонів твердих побутових відходів. Кошти інвестуються у такі методи поводження з відходами як сортування, спалювання та переробка. Сортування відходів по фракціям, а також спалювання з отриманням тепла та електроенергії. Налічується 32 сміттєспалювальні заводи. Політика країни спрямована на інформаційну кампанію. Перевага віддається переробці відходів.
Польща	В країні здійснюється обов'язкове сортування сміття усіма жителями на 5 компонентів, які згодом утилізовується як вторсировина. Відходи які неможливо переробити захоронюються на полігонах ТПВ на яких передбаченні системи дегазації полігонів з отриманням тепла та електроенергії. Передбачається переробляти та готувати до повторного використання не менше 50 % відходів по цілій країні
Словенія	Всі відходи забирає місцева муніципальна компанія. Проте, лише за змішані та органічні відходи платить житель. Доступ до загальнодоступних контейнерів для сміття забезпечується за допомогою електронної картки жителя. Мешканці індивідуальних будинків мають свої власні контейнери для відходів та сплачують за відходи в залежності від обсягів контейнерів. Менше 5 % відходів захоронюються.

У працях Боравского Б. В., Жукова В. В. [75], Whiting, K. J., Schwager F. J. [76] автори зазначають, що в середньому у Європі 60 % твердих комунальних відходів потрапляють на полігони. Так, в Іспанії 95 % відходів потрапляють на полігони ТПВ, з них 25 % – складуються безпосередньо на полігоні, 12 % – компостуються, 4 % – спалюються на сміттєспалювальних підприємствах [77]. В Угорщині 75 % відходів відправляються на звалища, що не мають офіційних дозволів на розміщення відходів. З них 40 % відходів можуть бути використані для вторинної переробки [78, 79].

Таким чином, сучасний міжнародний досвід пропонує безліч ефективних рішень по вирішенню проблеми накопичення ТКВ та впровадження сучасних технологій їх реалізації. Наявний досвід потребує адаптації до умов кожної держави та вимагає проведення постійних наукових досліджень в сфері поводження з відходами. Розглянемо деякі з них.

1.3. Характеристика наукових досліджень у сфері управління відходами

Проблемам управління відходами присвячені наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, в яких досліджуються загальнотеоретичні основи і науково-методичні підходи оцінки ефективності переробки відходів, основи організаційно-економічного механізму управління відходами, аспекти мотивації суб'єктів господарювання у напрямку ресурсозбереження та повторного використання ресурсів. Всесвітні тенденції в області поводження з відходами засвідчують про зміну акцентів з ліквідації результатів антропогенного впливу на перехід до концепції чистого виробництва шляхом введення зміни науково-технічного процесу та продукції для того, щоб об'єднати до мінімуму розміри утворення відходів. Спочатку розглядається питання переробки будь-якого певного виду відходу, і виключно за відсутності економічно прийнятних висновків йде дослідження шляхів їх утилізації та рекуперації.

Сучасний напрямок наукових та освітніх досліджень у сфері поводження з відходами лежить у площині освіти та науки для сталого розвитку [20]. Дослідження в сфері поводження з відходами за останні роки проводилися багатьма вченими-дослідниками [11, 12, 13, 15]. Так, Петрук В. Г. визначає, що основним завданням комплексного вирішення практичних питань управління потоком відходів в місті є організація раціонального поводження з відходами [80], що відповідає сучасним еколого-економічним та ресурсним вимогам. Дослідження Шубова Л. Я., Голубина А. К., Девяткина В. В., Погодаева С. В.

показали, що управління ресурсозбереженням і відходами включає мінімізацію витрат на санітарну очистку міста, використання відходів як джерела сировини, забезпечення екологічної безпеки, перехід від полігонного захоронення відходів до їх промислової переробки [81]. Тому, комплексне управління відходами включає в себе організацію збору, видалення (транспортування), сортування, переробки та захоронення, а також зведення до мінімуму кількості відходів, які направляються на захоронення [85-88].

Дослідження Орфанової М. М., Іваника О. І., Харченко Т. Б., Сагайдак Ю. А визначають першочерговим завданням у розробці схеми управління відходами є організація їх збору та видалення [89-90]. Забруднення місць утворення відходів частіше за все виникає внаслідок зволікання з видаленням відходів. Видаляють відходи або на полігони захоронення, або на спеціальні об'єкти для переробки та знешкодження. Поступовий перехід від захоронення на полігонах до промислової переробки відходів є загальним розумінням щодо вирішення проблеми відходів у світі зазначають Свояк Н. І., Михайленко В. П., Близнюк М. М. у своїх розробках [91, 92]. Промислова переробка відходів знімає протиріччя між містом, де утворюється велика кількість відходів, і передмістям, де відходи повинні бути розміщені. Мінімізація кількості відходів, що направляються в місця їх переробки і захоронення, забезпечується включенням в схему операцій сортування відходів і виділення ресурсів, придатних для подальшого використання [93].

Важливо розуміти, що на стадії збору відходів багато в чому визначається ефективність та безпека їх подальшої переробки та захоронення. Для оптимізації системи управління міськими відходами на етапі їх збору і видалення в якості критерію варто приймати ступінь утилізації відходів (кількість відходів для вторинного використання на основі їх роздільного збору в житловому і нежитловому секторі міста та сортування відходів, збагачених корисними компонентами), витрати на збір і транспортування відходів.

Сьогодні в світі основним напрямком поводження з відходами є перехід від поховання (на полігонах і звалищах) до промислової переробки. Вчені світу посилюють пошуки можливостей використання відходів і їх окремих компонентів в якості вторинних ресурсів, що одночасно сприяє економії сировини і постійної турботи про охорону природи [94-98].

Кінцевою операцією в загальній схемі поводження з відходами в розвинених країнах є промислова переробка вказується в дослідженнях Tchobanoglous G., Kreith F [96], що вирішує питання знешкодження відходів, їх утилізацію та ліквідацію невикористаного залишку. Перехід від захоронення відходів на полігонах до їх промислової переробки в Україні повинен стати довгостроковою стратегією кардинального вирішення проблеми відходів та, з огляду на дефіцит з енергоносіями, повинен вирішитися в першу чергу.

Технологічні схеми промислової переробки повинні враховувати і склад, і властивості вихідної сировини, що підлягає переробці, а капіталовкладення повинні бути орієнтовані на створення найбільш прогресивної технології виробництва та безпечного енергозбереження. Тому, технологію переробки відходів варто розглядати як метод інженерного захисту довкілля, завданням якого є зменшення обсягу відходів, що підлягають захороненню, знешкодження та матеріально-енергетична утилізація відходів. Під час вибору та створення технології, що відповідає досягненням та тенденціям розвитку світової практики пріоритетним є екологічна безпека відходів та нової продукції, їх економічна ефективність, капітальні та експлуатаційні витрати [99, 100].

Істотно впливає на вибір технології ступінь її відпрацьованості та готовності до практичного застосування [101]. Методи переробки, що застосовуються від при збиранні вторинної сировини визначаються рівнем промислового розвитку відповідного регіону, наявністю в ньому споживачів як вторинної сировини, так і продукції його переробки [102, 103].

Наприклад, у Відні (Австрія), Саарбрюкені (Німеччина) та Індії політика поводження з відходами спрямована переважно на енергетичний напрямок

утилізації відходів. Вирішення проблеми накопичення відходів спрямоване на спалювання їх в спеціальних котлоагрегатах теплоелектроцентралей з виробництвом теплової та електричної енергії, яка подається муніципалітетам. Водночас, 80 % капітальних витрат спрямовані на створення складних систем очищення, які забезпечують відповідність складу їх викидів забруднюючих газів сучасним екологічним вимогам [104-106].

У Німеччині, Бельгії та в інших країнах пріоритетним є розвиток напрямку використання як побутових, так і промислових відходів для заміни традиційного палива (вугілля і газу) в обертових печах при випалюванні цементного клінкеру [107].

За рівнем залучення відходів у переробку Японія досягла найвищих показників у світі: зношених шин – 96 %, відходів металів та брухту – 93 %, скла – 26 % [108]. В країні діє система заохочення промислових підприємств, які інвестують в екологічно безпечні технології у вигляді зниження податку на прибуток (приблизно 25 %). Кожен промисловий виробник в Японії несе відповідальність за переробку утворених відходів, тоді, як за збір та переробку ТПВ відповідають муніципальні управління. Японська асоціація з питань освоєння невикористовуваних ресурсів сприяє збільшенню ефективності роботи щодо залучення у вторинне виробництво цінних ресурсних матеріалів та сприяє утилізації відходів та побічних продуктів промислового виробництва відпрацьованого устаткування, побутових приладів та матеріалів.

Швейцарська компанія Holcim [109] заснована у 1912 році є європейським лідером у виробництві будівельних матеріалів. На своїх цементних заводах компанія досягла заміни вугілля та газу на 50 % паливом з відходів, кінцевою метою ставить їх заміну на 75 %. Високі температури випалу забезпечують повне розкладання шкідливих компонентів під час спалювання відходів та забезпечує екологічну безпеку викидів. Залишкова зола, що утворюється в процесі згорання повністю включається до складу цементного клінкеру, не знижуючи його якості.

У багатьох країнах Європи та в Україні практикується виготовлення із органічних селективно зібраних відходів (листя, бадилля, сухої трави, гілок, харчових відходів, тирси та інших відходів органічного походження) високоякісних компостів, які складають майже 30 % усіх відходів міста [110-119]. Основними перевагами компостування є можливість отримати високоефективні органічні добрива, покращити властивості ґрунту, і як наслідок отримати стабільний врожай. Окрім того компостування органічних відходів дає змогу покращити ефективність роботи комунальних служб великих міст. Такий підхід є вигідним та ефективним, проте, технології компостування на сьогодні використовуються дуже незначною кількістю вітчизняних сільськогосподарських підприємств.

Системне розв'язання комплексних проблем підвищення ефективності використання біоресурсів, як провідного чинника поводження з органічними підходами пов'язано з необхідністю істотно розширювати фундаментальні та прикладні дослідження щодо залучення такого типу відходів. Залучення відходів органічного походження як важливого ресурсного та енергетичного джерела і розроблення адаптивних технологій переробки, що відповідають сучасним ринковим відносинам товаровиробників та екологічним вимогам є актуальним завданням сучасності [120-121].

На жаль, в Україні не розроблено нормативної документації, яка б регламентувала показники якості компостів з погляду ефективності застосування та екологічної безпеки. Цікавим є досвід Канади, де діє національний стандарт для індустрії компостування, настанова щодо використання компосту та нові критерії для компосту. Якість компостів оцінюють за такими показниками: зрілість компосту, сторонні включення, мікроелементи, патогенні мікроорганізми, органічні забруднювачі [122, 123].

Ґрунтовні дослідження властивостей та переробки пластикових відходів проводили вітчизняні (Лукач Ю. Ю., Доброногова С. І., Півень О. Н., Ліпатов Ю. С., Петухов А. Д., Яхно О. М., Пахаренко В. О., Радченко Л. Б.,

Ружинська Л. І. тощо) та зарубіжні (Gaskell R. E., Rauwendaal C., Ardichvilli G., Bernhardt E. C., Schenkel G., Maxwell B., Unkьer W., Reher E. O., Tadmor Z., McKelvey J.M. та ін.) вчені [18, 124].

Переробка та утилізація пластикових відходів дозволяє економити цінну первинну сировину та енергію. Переробка 38 тис т відходів пластмасової упаковки зменшить використання 34 тис т первинних пластмас і 38 млн л нафти, а також зменшить викиди CO₂ на 23800 т [125-130].

Актуальним напрямком є переробка вторинних пластмас з виготовленням грануляту [131]. Серйозної уваги заслуговує отримання з полімерних відходів енергоресурсів методами термпереробки (піроліз, термоселект) [132, 133].

Аналіз регіональних програм поводження з відходами показав, що основа увага в них приділяється питанням аналізу і контролю існуючого стану або ліквідації наслідків зараження ґрунтів, атмосфери, водоймищ звалищами або полігонами. Їх завдання передбачає проведення комплексної інвентаризації та паспортизації місць зберігання відходів, створення та впровадження обласних експертних автоматизованих інформаційно-аналітичних систем контролю за проведенням операцій поводження з відходами, ліквідацію несанкціонованих і неконтрольованих місць їх накопичення. Такий підхід дозволяє вирішувати поточні проблеми, але не передбачає усунення причин наявних проблем.

Іноземні науковці Юнійанг І., Зилинг І., Пенг С., Бігуй Л., Ліангжонг Л., Женгдонг Ц., Мінгденг Х. та інші розглядають процес рециклінгу твердих побутових відходів [134-135]. В роботах Писаренко П. В., Самойлік М. С. та Молчанова А. В. розглядає вплив звалища твердих побутових відходів на регіональному рівні на біоту через визначення фітотоксичного впливу [136].

Таким чином, впровадження в життя концепції сталого розвитку потребує розробки високоефективного обладнання та процесів утилізації ТПВ, що не лише забезпечить заощадження матеріальних та енергетичних ресурсів, але і зменшить забруднення довкілля. Найбільшою мірою сучасним вимогам відповідає побудова промислової технології по принципу комбінації різних методів

переробки ТПВ (комплексна переробка ТПВ), створення і використання мобільних установок з ліквідації несанкціонованих і закритих звалищ. Тобто можемо стверджувати, що одним із ключових напрямів наукових досліджень екологічної безпеки є розробка, вдосконалення та обґрунтований вибору ефективних шляхів управління ТКВ. Проте, класичні способи управління відходами витратили свої можливості та потребують нових наукових напрямків та досліджень, європейського рівня управління в громадському просторі шляхом практичної реалізації. Розглянемо нові методи, які сьогодні застосовуються для вирішення проблем управління відходами.

1.4. Запровадження інноваційних управлінських технологій для вирішення проблем поводження з відходами

1.4.1. Застосування логістичного підходу в питаннях управління відходами

За минулі роки питання ресурсозбереження та вживання вторинних ресурсів вільно розглядається й аналізується в науковій літературі. Всі актуальні питання, які стосуються введення природоохоронного елементу до ефективної системи логістичного управління, розглядаються в працях Є.В. Крикавського, Н.В. Пахомової, Т.М. Скоробогатова, В.П. Мешалкіна, М.М. Некрасової [137]. Дослідження та узагальнення вітчизняних та закордонних підходів до визначення поняття «екологічна логістика» дозволив визначити основне завдання екологістики в поводженні з відходами і забезпечує утилізацію (рекуперації) або безпечне зберігання в довкіллі [138].

У практичних дослідженнях [139] застосовується тільки елементи екологічної логістики, які відповідають за збільшення продуктивності матеріальних потоків відходів, їх оптимальне транспортування до ділянок кінцевого розміщення. Цілі, які мають всі шанси бути визначені перед такого

роду логістичної концепції, вважаються: збільшення продуктивності концепції управління відходами, результат збалансованої утилізації відходів.

Подібна концепція зобов'язана приєднувати в себе динаміку відходів.

Впровадження методології екологізації логістичних процесів поводження з відходами спрямовано на формування уявлення про процес та вивчення його, тому включає методи, експериментальні дані, комплексні дослідження, способи обробки й збирання даних [140-146]. Можемо зазначити, те що в методології реалізується пошукова складова дослідження логістичної концепції управління відходами.

Як показано в [147] для ефективного впровадження Регіональних програм поводження з відходами, доцільно застосовувати методи реверсивної логістики, тобто логістичних підходів до оптимізації руху відходів. Розглянемо особливості екологізації логістичних процесів поводження з відходами.

Широкомасштабне впровадження програми поводження з відходами можливо лише за умови створення відповідної інфраструктури, до якої відноситься логістична схема як цілісна інтегрована господарська концепція накопичення, перевезення, збирання, рекуперації, сертифікації та ідентифікації, реалізації, утилізації і рециклінгу з відповідними компонентами обслуговування, а власне інформаційного, соціального, транспортного, торговельного тощо [148]. Реальним стимулом застосування суб'єктами господарювання в регіонах логістичної системи в сфері поводження з відходами є наявність ресурсних обмежень з точки зору матеріально-сировинного забезпечення виробничої діяльності та потреби прибуткової діяльності підприємств незалежно від їх форм власності та підпорядкування з метою досягнення належного рівня життя в регіоні, відповідного стану навколишнього природного середовища.

Як визначено в дослідженнях О. Ф. Картавої, А. Г. Картавого, В. О. Хрутьби [149] логістична система управління відходами повинно мати всю систему руху відходів від накопичення у виробничих процесах до перетворення товар чи безпечну утилізацію для довкілля. Ключовий принцип та мета

системного управління відходами – всі технології і методи, включаючи чинники зменшення обсягу відходів, їх утилізацію чи рекуперацію, повинні розроблятися в комплексі шляхом доповнення один одного [150-153].

Створення відповідної інфраструктури в регіоні, до якої відноситься логістична схема як цілісна інтегрована господарська система, дозволить здійснити широкомасштабну переробку відходів, що сприятиме досягненню соціально-економічної та екологічної ефективності, виступає важливою складовою організації екобезпечного інноваційного розвитку регіону [154].

Формування системи логістики відходів вимагає вдосконалення господарських зв'язків, поглиблення кооперування в цій сфері; розвитку вітчизняного виробництва, державної підтримки підприємств-учасників процесів реалізації екобезпечних інновацій в господарську діяльність; поживлення комерційної складової та зміцнення матеріально-технічної бази; створення ешелонної системи, яка включатиме мережу складських, сортувальних та утилізаційних підрозділів, розміщених в межах району утворення і споживання відходів, із обов'язковим сучасним техніко-технологічним забезпеченням відповідно до розмірів, інтенсивності руху потоків цього ресурсу; застосуванням принципів логістичної інтеграції.

В основу формування логістичних потоків покладено інформаційне, матеріальне, транспортне, техніко-технологічне та фінансове забезпечення, що пояснює застосування системного підходу в концепції логістики відходів. Розроблені логістичні потоки дозволяють оптимізувати рух відходів як джерела сировини та енергії, досягти ресурсозбереження та відповідної ресурсної економії, що якісно вдосконалив організацію господарської діяльності підприємницьких структур в регіоні. Характерними рисами логістики відходів є системність, комплексність, ієрархічність, керованість та технологічна узгодженість.

Логістичний підхід здійснює методичну функцію і дає інструмент для здійснення функцій поводження твердими комунальними відходами; прогноз

оперативних і стратегічних характеристик; облік відходів; аналіз морфологічного стану відходів на всіх стадіях їх життєвого циклу; формування рекомендацій і послуг з метою прийняття адміністративних рішень [155, 156].

Як показано [157] для ефективного впровадження місцевих Програм поводження з відходами регіону доцільно застосовувати методи реверсивної логістики, тобто логістичних підходів до оптимізації руху відходів. Логістична система поводження з відходами включає макро- і мікрологістичну системи, що складаються із різних підсистем та утворює зв'язки з навколишнім середовищем. Застосування логістичного процесу управління відходами шляхом аналізу руху відходів від накопичення на виробничих процесах до перетворення в товарний продукт або безпечне зберігання в довкіллі.

Отже, застосування логістичного підходу при формуванні місцевих Програм поводження з відходами забезпечує ефективну реалізацію цих програм та зменшення негативного впливу відходів на довкілля. Реалізація програм передбачає залучення широкого кола зацікавлених сторін, що вимагає застосування нових інноваційних методів управління. Розглянемо краудсорсинг як один із сучасних методів, що доцільно застосовувати для вирішення екологічних проблем громади.

1.4.2. Краудсорсинг як метод вирішення екологічних проблем

У роботі [132] прямо розглядається інноваційна технологія управління, яка має назву "краудсорсинг". Актуальність використання даної технології підтверджується дослідними даними компанії Gartner, на думку якої до 2017 р. більше половини виробників товарів споживання реалізовуватимуть технічні інновації та науково-дослідні можливості за допомогою краудсорсинга. Застосовуючи системний підхід, автор розглядає елементи необхідні для реалізації краудсорсингового проекту.

Зараз погляди краудсорсингу використовуються абсолютно на всіх рівнях діяльності, крім окремих областей, які потребують особливих навичок,

прикладом може бути поводження з відходами. Гарним вважається застосування нового механізму в індустрії та у державній сфері з метою результативної взаємодії влади і суспільства.

Краудсорсинг (від англ. crowd – "натовп" і sourcing – "використання ресурсів") – передавання виробничих чинників невизначеному колу людей, укладення колективно необхідних проблем масами добровольців шляхом підтримки сучасних інформаційних систем та технологій. Термін вперше використав Джеф Хау (англ. Jeff Howe) [133].

Краудсорсинг базується на теорії, що в суспільстві постійно знаходяться люди, які готові вільно або за невелику оплату генерувати ідеї, вирішувати труднощі й навіть здійснювати вивчення в соціальних або колективних функціях. У той же час генеральним стимулом для них вважається заохочення, а ймовірність запримітити реалізацію своєї думки в фактичній діяльності.

Тези краудсорсингу ймовірно сформулювати так: в категорії натовпу експерименту більше, ніж в окремої особистості, однак мистецтво охоплюється природно шляхом утворення запровадження з метою введення свого досвіду. Аналогічним способом, краудсорсинг має на увазі не просту налагодженість форуму, на якому члени встановлюють особисті проблеми у виборочному розпорядку, які вирішують приписи та зауваження, тобто не класичну схему протилежного взаємозв'язку, а методично й координаційно упорядкованого додавання взаємодії компанії з постійними користувачами мережі Інтернет.

Встановлення поставленої трансформації передбачає формування і встановлення аналогічних адміністративних дій, так само як побудова наданого обговорення (проблематизація), вказівка подій обговорення, мотивація та залучення фахівців, вибір й фільтрації думок, документування підсумків обговорення [175].

До основних переваг краудсорсингових технологій, за дослідженнями Національного інституту стратегічних досліджень [138], прямо належить велика кількість каналів отримання інформації та повідомлень, простота їх доставки до

визначеного пункту збору інформації, здатність швидко охопити значні території, миттєве оновлення інформації, її комплексність та багаторівнева візуалізація, доступність ресурсу до споживачів інформації, низька вартість технологій і можливість їх постійного удосконалення. До недоліків варто віднести обмежені можливості перевірки отриманої інформації, низький рівень захищеності самих технологій комунікації, що найчастіше використовуються на платформах мобільного зв'язку та Інтернету.

Серед науковців, що обрали краудсорсинг за предмет дослідження потрібно зазначити наступних іноземних та вітчизняних науковців: Д. Бейкер [138], М.А. Гончарова [158], О.П. Косенко, Н.Ю. Старицька [159], І.А. Кораблінова [160], О.С. Марченко [161], С.В. Полутін, А.В. Седлецького [162], В.О. Тегін, І.В. Трусевич [163], Б.Ф. Усманов [164], О.Ю. Шевчук [165] та ін. Використання методів краудсорсингу промисловими та науковими структурами присвячено роботи І. Химич [166], К.А. Полторака, О.В. Зозульов [167], Х. То, Л. Фан, Л. Тран, С. Шахабі [168], О.І. Карий, Я.В. Панас [169].

У дослідженнях Глушенкова А.А. [170] уточнено положення краудсорсингу з позиції інноваційної діяльності виробництва. Обумовлені специфіки вживання краудсорсингу для розвитку інноваційного потенціалу виробництв телекомунікацій й інформатизації. Систематизовані генеральні задачі щодо розвитку сучасного потенціалу підприємства по його чинникам, які дозволено розробити за рахунок введення краудсорсингу.

Доцільність використання краудсорсингових платформ в схемі природоохоронного менеджменту підприємств агропромислового виробництва в Україні розглянуто Андрєєвою Н. М. та Козловцевою В. А. [171]. Авторами визначено, що краудсорсинг є інформаційним проектом, який засновано на використанні соціальної активності. Проект прямує на досягнення мети квазі-громадського розшуку розв'язання поставленої мети із залученням невеликої кількості економічних затрат і створення можливості відтворення придбаного

результату в особистих бізнес процесах. Краудсорсингова платформа, на думку авторів, є відтворена в інформаційному просторі спеціалізована комунікативна матриця, яка дозволяє розподіляти конкурсні доручення й відслідковувати дію їх виконання нелімітованим числом людей або дозволяє безперешкодно обмінюватися інформацією шляхом впливу на трансформацію вже існуючої інформативної програми [175].

Варто акцентувати на тому, що краудсорсинг є координаційно й методично впорядкованою модифікацією онлайн-взаємодії влади з суспільством і не може мати нічого спільного з такими класичним природоохоронним менеджментом, як "гарячі лінії", "звернення громадян" або "консультації з громадськістю". Це складна технологія, використання якої закликає від екологічного маркетингу багато послідовних дій.

У багатьох країнах накопичено чималий досвід використання краудсорсингу для можливості онлайн-комунікацій у зв'язку з надзвичайними ситуаціями природного, техногенного або суспільно-політичного характеру. Наприклад, розроблена в Кенії система агрегації та менеджменту інформації дозволяє обробляти повідомлення, отримані з джерел/каналів комунікації (соціальні медіа, електронна пошта, телефонний зв'язок, SMS, RSS-стрічки, ЗМІ тощо) і репрезентувати весь комплекс готових даних онлайн в режимі реального часу на спеціальній карті. Архітектура платформи передбачає участь людей в обробці даних. Структурно складається з веб-сайту й координаційного центру – установки модераторів, які з підтримкою відповідного програмного забезпечення здійснюють моніторинг джерел, збирання повідомлень, перевіряють достовірність інформації, підтримують роботу сайту "карти допомоги", організують роботу "гарячої лінії", підтримують масові SMS-сповіщення тощо [172].

Найвідомішими краудсорсинговими платформами, які реалізують проекти публічної політики, є: американські сервіси "Popvox", "Open Government Dialogue", "We the People", проєкт Гарвардського університету "LexPop";

британські проекти "ePetitions", "Comment on This"; фінська платформа "Open Ministry" тощо [173].

Водночас, без уваги доктринальних досліджень залишаються теоретико-методологічні нюанси утворення краудсорсингових платформ близько поводження з відходами. Одна з найбільш важливих проблем формування нинішньої політики в сфері екологічної безпеки вважається відбір і застосування якісно нових крауд-технологій (краудсорсинг, краудфандинг) у сфері поводження з комунальними відходами, які є дозволяють долучити громаду до формування та впровадження технологічних рішень.

Загальне бачення здійсненні краудсорсингового плану як концепції, цілей властивостей краудсорсинговим планам і намічені шляхи подолання цих обмежень показано у власних доробках дисертанта [174, 175]. Автори створили концепцію краудсорсингу "Відходи. Сортуй, заощаджуй та заробляй": карта місць прийому вторинної сировини. Діалогова схема загальнодоступних місць прийому вторинної сировини у населення. Проведений аналіз довів, що екологічні організації й компанії зацікавлені в застосуванні краудсорсингу в своїй роботі, зворотній зв'язок в такому проєкті покращує результат роботи.

Прикладом використання краудсорсингу в здійсненні екологічних проєктів можуть бути всілякі карти, спільно як заробляють сприяння завжди без винятку зацікавлені громадяни, що помічають в наданих картах площі природоохоронних порушень, природоохоронні об'єкти, ареали існування унікальних типів флори й фауни, розміщуючи матеріал про присутність даного або іншого предмету довкілля.

Наведемо декілька прикладів використання краудсорсингу для вирішення екологічних проблем.

Ком'юніті-проєкт Eco-wiki [176], який є вікі-порталом, на якому є практична інформація з конкретними адресами, що дозволяє користувачу зробити практичні кроки до збереження довкілля. Наприклад, адреси пунктів прийому вторинної сировини або продажу різних екотоварів, посилання на

проекти чи компанії, до яких можна приєднатися. Проект має понад 2000 активних користувачів, через який здійснюється постійний обмін новинами про події в еко-сфері.

Проект Маракуйя "Вы кликаете – лесничий сажает дерево" [177], за допомогою якого є можливість відновити лісові насадження, що пошкоджені або загинули в національних парках по всьому світу.

Міжнародна організація Let's Do It Foundation [178] об'єднує світову спільноту, підвищує рівень обізнаності та здійснює справжні зміни для чистої і здорової планети. Організація об'єднує 169 країн та 36 млн осіб. Вирішує екологічні та соціальні проблеми, пов'язані з твердими відходами, мобілізує мільйони людей з екологічною свідомістю, орієнтованих на дії, використовуючи інноваційні технологічні рішення для відображення і боротьби з відходами та залучення громад для організації. Сьогодні продовжується робота у напрямку створення безвідходного світу. Проект "Тримайте його в чистоті" базується на принципах циркулярної економіки і впроваджує практику з нульовими відходами. Основні напрямки у 2019–2020 рр. включають освіту в інтересах сталого розвитку: міжсекторальні поведінкові проекти змін (навчання на практиці); муніципалітети: консультації з зацікавленими сторонами та спрощення процесу для прийняття або застосування найбільш стабільних систем управління ресурсами; підвищення обізнаності шляхом масових громадських дій (наприклад картографування відходів, аудит бренду очищення).

У дослідженнях Т.П. Аленькіна та Н.П. Гаврилова [179] приведено приклади екологічних краудсорсингових проектів. Серед яких: "Віртуальна ринда" [180], що об'єднує учасників за темою моніторингу небезпечних екологічних ситуаціях та допомоги при пожежах; "Друге життя речей": карта пунктів прийому вторинної сировини [Інтерактивна мапа. URL: <https://ecomapa.gov.ua/>] з інтерактивною картою доступних пунктів прийому вторинної сировини від населення; "Тугеза" [181] – спільний проект по координації дій під час пожеж та посадки дерев; "Greenhunter" [182] – база даних,

в яку зібрані дані про екологічні організації та дії; "Ecofront.ru" [183] – вирішення питань зменшення звалищ. Сервіси відновлення лісів в Росії "Посади ліс" [184].

Прикладом краудсорсингового медіапроєкту в Україні є інтерактивна мапа, яка має функцію громадським об'єднанням та людям звертатися з фотоматеріалами й геоприв'язкою щодо існуючих об'єктів несанкціонованих сміттєзвалищ. Міністерство екології та природних ресурсів України гарантує негайне забезпечення та надходження подібної інформації в місцеві органи влади, які несуть відповідальність за їхню актуальну ліквідацію. Довідка про статус обробки звернення й наступних подій місцевих органів влади буде зображуватися в індивідуальному кабінеті. Роздільними оболонками на карті представлені матеріали реєстру місць видалення відходів та об'єктів несанкціонованих сміттєзвалищ.

Інформаційний ресурс "ЕкоМапа" є проєктом, що розроблений під егідою Всесвітнього фонду природи в Україні [185]. Кожен користувач може позначати місця з проблемним екологічним станом в своєму регіоні на спеціально розробленій інтерактивній екомапі, таким чином, об'єднується з однодумцями для спільного пошуку шляхів вирішення забруднення довкілля, спричиненого людським фактором в конкретному регіоні. Розроблена на базі Google Maps API мапа доволі проста. Завдяки цьому медіапроєкту, користувачі можуть одержати інформацію про подібні проблеми в інших регіонах чи приєднатися до їх вирішення. За допомогою "ЕкоМапи" можна проголосувати та обрати п'ять найбільших екологічних проблем, до вирішення яких за результатами голосування долучатиметься компанія WWF в Україні. Із збільшенням кількості відвідувань, спектр необхідних засобів для вирішення різноманітних природоохоронних питань розширюється. У розділі "Ресурси" автори проєкту пропонують порядок організації прибирання парку, ліквідувати сміттєзвалище, запобігти жорстокому поводженню з тваринами та навіть відрізнити

браконьєрську ялинку від легально зрубаної. Практичну реалізацію проєкт отримав, як повідомляють його ініціатори, силами активних людей.

Іншим відомим екологічним медіапроєктом на краудсорсинговій платформі є екошкола [186]. Це недержавний навчальний заклад, екостартап, метою якого є об'єднання і мотивація людей створювати нові екопроєкти.

Всеукраїнський форум взаємодії та розвитку є об'єднанням громадських організацій, держави, підприємців, ЗМІ шляхом рішення соціально-значимих проблем. Мобільний додаток Let's do it, Ukraine [187] – універсальний мобільний додаток для еко відповідальних громадян, в якому можна знайти найближчі пункти приймання вторинної сировини шляхом введення даних для пошуку локацій з прибирання. Громадська організація "Всеукраїнський молодіжний рух" (NGO Let's do it, Ukraine) – це громадська організація, реалізує 12 щорічних національних проєктів та понад 60 локальних, діє у всіх областях України і налічує понад 1 млн учасників.

Приклад проєкту краудсорсингу "Посади дерево з інтернет-магазином Розетка" [188]. Тільки за попередній рік було висаджено понад 1000 дерев в чотирьох містах України.

Таким чином, краудсорсингові мережі демонструють зростання ролі громадської активності як продуцента новітніх змін у житті суспільства. Через громадські соціальні мережі реалізується потенціал громадськості, відбувається перехід до публічної екологічної політики. Мережева співпраця для вирішення екологічних проблем консолідує у людей екологічну свідомість до спільної справи та відповідальність за прийняті рішення. Розвиток цього дослідження та потенціалу методів запровадження краудсорсингу в процеси поводження з відходами в умовах українського державотворення потребують додаткового наукового вивчення.

Висновки до розділу, мета та завдання дослідження

1. За результатами проведеного аналізу сучасного стану та наслідків техногенного впливу твердих ТКВ на довкілля підтверджена тенденція до постійного підвищення рівня негативного впливу на екологічну безпеку. На загальний обсяг та склад ТКВ впливають: типи утворюваних відходів, методи поводження з ними, ВВП на душу населення, клімат, густина населення, рівень економічного розвитку, розвиток промисловості та інших технічних та технологічних характеристик, розвиток мережі громадського харчування і комунальних послуг, ступінь охоплення культурно-комунальними послугами.

2. Однією з причин екологічно небезпечної ситуації в Україні є низький рівень управління відходами, відсутність чітких норм щодо права власності на відходи та визначення відповідальності, непрозорість політики визначення тарифів, відсутність економічних стимулів переробки відходів, низький рівень культури поводження з відходами та використання вторинних ресурсів.

Для ОТГ характерна низька ефективність існуючої системи управління ТКВ, відсутність ефективної взаємодії всіх учасників процесу поводження з відходами та залучення громади для вирішення проблеми. Органи виконавчої влади та місцевого самоврядування ОТГ не мають для цього ні необхідних знань, ні досвіду, незадовільна інвестиційна активність суб'єктів господарювання; недостатній рівень матеріального забезпечення.

3. Законодавча база з питань поводження з відходами знаходиться в стадії реформування та повністю не сформована. В той самий час в ЄС сформована законодавча система у вигляді низки Директив Європарламенту, що спрямовані на зменшення негативної дії відходів як на довкілля, так і на здоров'я людини. Впровадження «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» дозволить адаптувати національне законодавство до вимог європейського законодавства.

4. Сучасний міжнародний досвід пропонує безліч ефективних рішень по вирішенню проблеми накопичення ТКВ та впровадження сучасних технологій їх

реалізації, але потребує адаптації до умов кожної держави постійних наукових досліджень в цій сфері. В Україні проблемою залишається розробка, вдосконалення та обґрунтований вибір ефективних шляхів переробки ТКВ.

5. Сучасне управління передбачає логістичний підхід при формуванні місцевих Програм поводження з відходами, що забезпечує ефективну реалізацію цих програм та зменшення негативного впливу відходів на довкілля. Реалізація програм передбачає залучення широкого кола зацікавлених сторін, що вимагає застосування нових інноваційних методів управління, наприклад, краудсорсингових мереж, як механізм реалізації потенціалу громадськості. Вивчення цього потенціалу та дослідження методів запровадження краудсорсингу в процесі поводження з відходами в умовах українського державотворення потребують додаткового наукового вивчення.

Впровадження сучасної системи управління твердими комунальними відходами в ОТГ з урахуванням специфічних особливостей розвитку ринку вторинної сировини та залученням інноваційних методів екологічного управління буде сприяти підвищенню рівня екологічної безпеки на регіональному та місцевому рівнях.

Отже, напрямком дисертаційних досліджень є формування нового підходу до створення сучасної ефективної системи управління ТКВ в об'єднаних територіальних громадах на основі розробки та впровадження місцевих планів дій через запровадження інноваційних управлінських механізмів екологічної логістики та краудсорсингу для забезпечення економіко-екологічної безпеки.

Об'єктом дослідження є процеси управління відходами в об'єднаних територіальних громадах.

Предметом дослідження є взаємозв'язки та взаємодія різних чинників впливу на відходоутворення в об'єднаних територіальних громадах та система інтегрованого управління відходами в ОТГ.

Метою дисертаційного дослідження є розробка методологічних основ впровадження інноваційної системи управління твердими комунальними

відходами в об'єднаних територіальних громадах для підвищення рівня екологічної безпеки регіонів України.

Для досягнення цієї мети були поставлені та вирішені такі завдання:

1. Вдосконалити положення методології сучасного управління відходами на регіональному рівні для їх застосування в об'єднаних територіальних громадах, що включає розробку системної моделі інтегрованого управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад з врахуванням інтересів зацікавлених сторін.

2. Провести експериментальні дослідження закономірностей і особливостей виникнення та поширення екологічної небезпеки ТКВ в м.Житомирі та Житомирській області.

3. Обґрунтувати механізм прогнозування динаміки змін в системі управління відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області та м. Житомир.

4. Провести імітаційний експеримент прогнозування обсягів динаміки змін в системі управління відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області та м. Житомир.

5. Розробити методи та інструменти впровадження регіональної програми управління твердими відходами та місцевих планів дій для об'єднаних територіальних громад, що забезпечують підвищення рівня екологічної безпеки регіону за рахунок формування екологічно орієнтованої логістичної системи управління відходами.

6. Розробити методологічні основи зниження рівня екологічної небезпеки шляхом впровадження механізмів екологічного краудсорсингу із залученням громадськості в систему управління ТКВ в об'єднаних територіальних громадах, що передбачає впровадження концепції еокраудсорсингу в систему управління відходами.

7. Розробити рекомендації щодо поліпшення системи управління твердими комунальними відходами, апробувати та впровадити їх в окремих ОТГ Житомирщини.

РОЗДІЛ 2

НАУКОВІ ОСНОВИ МЕТОДОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ДЛЯ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

2.1. Застосування системного аналізу для моделювання процесів управління твердими комунальними відходами

2.1.1. Системний аналіз як метод дослідження

Методологічною основою формування системи інтегрованого управління відходами на регіональному рівні, оцінки та вибору способів підвищення екологічної безпеки досліджуваного регіону є системний підхід, який доцільно використовувати для удосконалення системи управління відходами як на стадії аналізу проблеми, так і в процесі прийняття управлінських рішень. Системний аналіз є найбільш конструктивним напрямком, що використовується для практичного застосування та дозволяє проводити дослідження з врахуванням всіх суттєвих факторів, які дозволяють побудувати ефективні системи управління в конкретних умовах [189].

Відповідно до системного аналізу будь-який об'єкт, який здійснює вплив на довкілля, розглядають як компонент більш складної соціально-еколого-економічної системи. Складність аналізу підсистем у сфері збирання, транспортування та утилізації ТКВ потребує формування методології, що зуміла б гарантувати результативну діяльність й сучасне формування цілої концепції управління ТКВ [190, 191].

Застосування системного аналізу в управлінні відходами, на думку Алесинської Т.В., дозволяє [192]:

- перевірити положення, структуру, цілі, параметри, задачі й логістичний спосіб організації системи поводженням з ТКВ;
- встановити спосіб організації та її поведінку;

- систематизувати зв'язки серед компонентів логістичного способу поводження з ТКВ і підсистемами;
- присвятити проблеми, моменти невизначеності функціонування системи, виявити їх сенс й можливі наслідки;
- підготувати моделі, що характеризують проблему і дозволяють розглядати можливі види впливу тощо.

Як було визначено в [193], впровадження технологій поводження з відходами спрямовано на запобігання утворенню відходів.

Отже, з позицій системного аналізу процеси поводження з відходами є єдиною системою поводження з ТКВ при якій область управління ТКВ визначена множиною зацікавлених сторін та сукупністю складних інфраструктурних об'єктів, результативна діяльність яких можлива при оптимальній структурі комплексу і вивірених взаємозв'язків між всіма зацікавленими сторонами. Для математичного завдання системи необхідно виділити безліч факторів і впорядкованих множин, що фіксує, в якій послідовності процес реалізується. Системними об'єктами є вхідні фактори, вихідні параметри, процес переходу вхідних факторів у вихідні параметри, зворотній зв'язок і обмеження. Функція входу забезпечує систему матеріалом, енергією та (або) інформацією, що надходять у процес. Вихідними параметрами є результати процесу, для досягнення якого системні об'єкти об'єднані разом. Здатність переводити даний вхід у даний вихід є властивістю даного процесу. Зворотній зв'язок у системі забезпечує зміну процесу з метою зближення показників виходу із заданими показниками. Обмеження системи формують модель виходу або мету функціонування системи.

Якщо позначити через функцію $\Psi G(x, \xi, t, \tau)$ систему відходоутворення регіону, через $u(x, t)$ – спосіб організації управління відходами, який формується під впливом наступних факторів: розмір генерації відходів, базова система управління відходами; $\bar{\omega}_u(x, t)$ – параметри керівного впливу, що

враховує наявні технологічні концепції та рішення; $\bar{\omega}_{b,z}(x,t)$ – зовнішні впливи, які враховують можливості ОТГ та його економічні можливості; $\bar{\omega}(\xi,\tau)$ – стандартизуюча функція управління, яка формується на основі нормативно-правової бази та міжнародних вимог, можна побудувати узагальнену схему системи управління відходами (рис. 2.1).

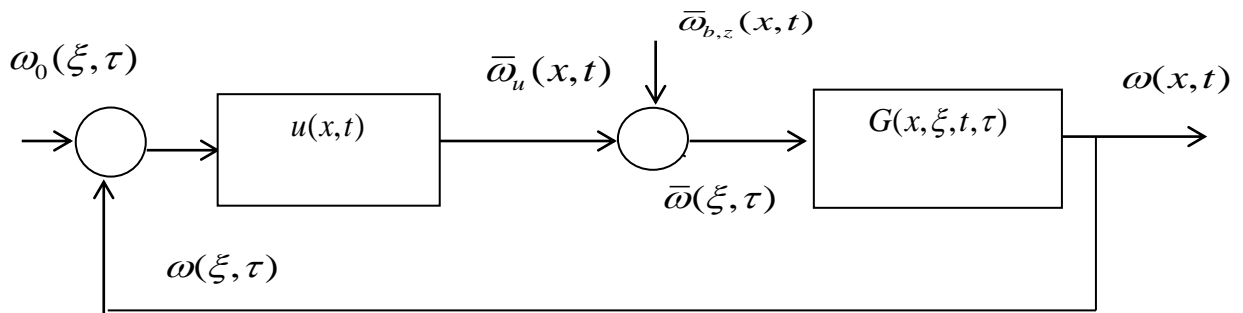


Рисунок 2.1 – Узагальнена схема системи управління поведінкою з відходами: $\omega_0(\xi, \tau)$ – початковий стан відходоутворення регіону;

$\omega(x, t)$ – кінцевий стан відходоутворення регіону

Для аналізу підсистем, які формують систему управління відходами, та визначення їх параметрів будемо застосовувати метод морфологічного аналізу [194]. Сутність методу в тому, що в системі акцентують кілька відмінних для неї ключових багатофункціональних компонентів морфологічних ознак, за кожною з яких оформляють в найбільшій мірі абсолютний реєстр різноманітних точних варіантів уявлення цих ознак.

Будь-яка ознака характеризує показник, функцію, організацію (або стан) системи, фігуру взаємодії характеристик (елементів) тощо. Від них залежить завдання і мета функціонування способу організації розподілу ресурсів управління відходами. Ознаки розміщуються у морфологічній матриці, відповідно до якої можна сформулювати морфологічну модель, що дозволяє системно аналізувати різні структури системи управління відходами з урахуванням особливостей регіону.

Отже, використання системного аналізу дозволяє розробити системну модель управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад (міських або сільських) з урахуванням інтересів зацікавлених сторін.

2.1.2. Розробка системної моделі управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад з врахуванням інтересів зацікавлених сторін

Для формування системної моделі управління ТКВ для ОТГ з врахуванням інтересів зацікавлених сторін позначимо множину основних параметрів математичного відображення системи управління відходами (вхід, вихід і стан) через T , яку позначимо відповідним кортежем:

$$T = \langle X, Y, U \rangle, \quad (2.1)$$

де X, Y, U - множина значень входу, виходу та стану системи.

Елементи множини X^T , тобто множини відображень з T в X , позначимо як $x(\cdot)$ та будемо вважати вхідними параметрами системи, які визначають початковий стан системи поводження з відходами у конкретному регіоні. Кожна система характеризується своєю множиною входів, які позначимо через $X(\cdot) \subset X^T$. Множина входів x_i може включати такі змінні, як обсяги утворених відходів, кількісні показники складу відходів (морфологічний склад, показники визначення маси і характеристики розміру), кількісні показники властивостей властивостей ТКВ (фізико-хімічні, механічні, технологічні, експлуатаційні тощо), показники небезпеки (токсичність, клас небезпеки, канцерогенність, мутагенність, біологічна стабільність, пожежонебезпечність, ядерна та радіаційна небезпека, здатність до замулення водоймищ та інші в певний проміжок часу тощо), наявні методи та технології поводження з відходами для різних груп зацікавлених сторін тощо.

Множину відображення $x(\cdot)$ на інтервалі $[t_1, t_2]$ позначимо через $x[t_1, t_2]$. Приймаємо, що множина $X(\cdot)$ не порожня і система не є ізольованою від інших систем. Також будемо вважати, що якщо $x_1(\cdot) \in X(\cdot)$ та $x_2(\cdot) \in X(\cdot)$, то для будь-яких $t_1 < t_2 < t_3$ можна вказати такий $x(\cdot) \in X(\cdot)$, що $x[t_1, t_2] = x_1[t_1, t_2]$ та $x[t_2, t_3] = x_2[t_2, t_3]$.

Отже, до множини вхідних параметрів відносимо такі множини:

- множина якісних та кількісних показників ТКВ;

множина методів поведження з відходами, які можуть реалізовуватися в об'єднаних територіальних громадах;

- множина зацікавлених сторін системи поведження з ТКВ ОТГ, яка включає державні структури / органами місцевого самоврядування, бізнес-структурами/суб'єктами господарювання та місцевою громадою /домогосподарствами. Схема комунікацій представлена на рис.2.2.

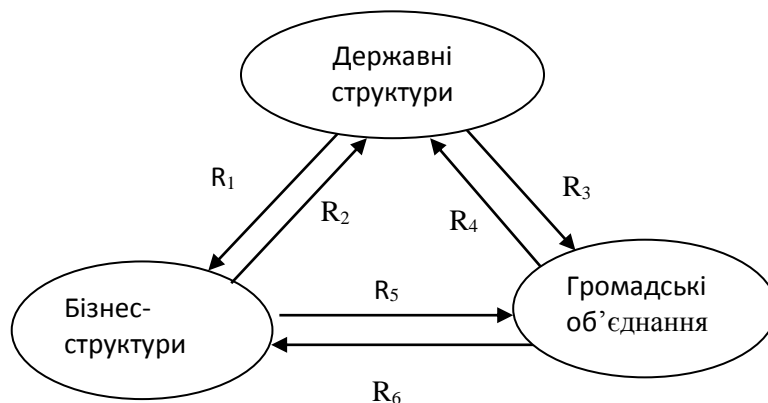


Рисунок 2.2 – Схема комунікацій між зацікавленими сторонами, R_i – перехресні зв'язки керованих впливів

Характеристика основних стейкхолдерів приведена в табл.2.1.

Елементи $y(\cdot)$ множини Y^T є вихідними параметрами системи.

Множину всіх реакцій системи, як множину вихідних параметрів, що є характеристикою системи, позначимо через $Y(\cdot) \in Y^T$. Вихідними параметрами

системи є еколого-економічні показники системи поводження з ТКВ об'єднаної територіальної громади.

Таблиця 2.1.

Основні учасники системи поводження з відходами

	Основні виконавці	Функції	Цілі
1	Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України	Ліцензування та моніторингу надання повного циклу послуг, оцінки технічної, санітарної й природної безпеки наявних об'єктів, а також контроль реєстру документів накопичення, обробки, утилізації й рекуперації; узгодження лімітів на накопичення та захоронення відходів, реєстр ведення журналів об'єктів	Координація спеціально уповноважених органів у питаннях управління ТКВ
2	Міністерство розвитку громад та території України	Координація заходів, що здійснюються місцевими органами виконавчої влади у галузі твердих побутових відходів; розробка нормативно-правових актів, програм щодо управління побутовими відходами; запровадження державних стандартів, норм і правил щодо управління побутовими відходами, схем санітарного очищення населених пунктів	Запровадження реалізації й політики державних програм у сфері управління відходами
3	Місцеві державні адміністрації	Управління процесом поводження з твердими відходами (планування, координації, контролю). Організація збирання та вивезення сміття з території населеного пункту. Координація збирання, переробки, утилізації та захоронення відходів. Складання та ведення реєстру з накопичення, обробки, утилізації й рекуперації, а також реєстру об'єктів захоронення відходів	Вчасне транспортування відходів. Доступна ціна за транспортування. Якісне транспортування. Впровадження роздільного збору. Зручність розміщення пунктів збору. Дотримання законодавчої бази. Зворотній зв'язок з населенням
4	Органи державного екологічного управління	Видають юридичним (підприємствам, об'єднанням і організаціям) і фізичним особам ліцензії на проведення під контролем державних органів робіт з комплексної утилізації відходів та окремих видів діяльності, що вимагають спеціального дозволу відповідно до чинного законодавства	Мінімальні викиди автотранспортом перевізників. Вчасний вивіз сміття. Мінімальне еколого-економічне навантаження на навколишнє середовище. Роздільний збір. Вторинна переробка відходів. Можливість створення теплової енергії для мешканців за рахунок спалення сміття. Мінімальні викиди ЗР від

	Основні виконавці	Функції	Цілі
			сміттєспалювального заводу. Мінімальна завантаженість полігону
5	Виробники ТКВ (населення та домашні господарства)	Збирають вироблені відходи, оплачують послуги з поводження з ними. Особливе право власності на побутові відходи. Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище	Впровадження роздільного збору. Мінімальна кількість сміття. Дотримання законодавчої бази.
6	Житлово-експлуатаційні організації	Належне використання об'єктів будівництва й надання послуг зі накопичення, обробки, утилізації й рекуперації відходів за визначену плату. Відповідають за санітарне утримання території, у тому числі за чистоту контейнерних майданчиків	Впровадження роздільного збору. Зручність розміщення пунктів збору. Дотримання законодавчої бази. Зворотній зв'язок з населенням. Запобігання скарг від населення
7	Пункти збору вторинних ресурсів	Належне використання об'єктів будівництва й надання послуг зі накопичення, обробки, утилізації й рекуперації відходів за визначену плату. Приймають у виробників відходів окремі фракції твердих відходів, що підлягають повторному використанню після відповідної переробки або без такої, доставляють зібрані вторинні ресурси їх споживачам	Впровадження роздільного збору. Дотримання законодавчої бази. Зворотній зв'язок з населенням. Запобігання скарг від населення
8	Спеціалізовані транспортні підприємства	Належне використання об'єктів будівництва й надання послуг зі накопичення, обробки, утилізації й рекуперації відходів за визначену плату. Укладають договори на вивіз твердих відходів, перевозять комунальні контейнери від контейнерних майданчиків до сміттєпереробних заводів або полігонів із захоронення	Мінімізація витрат.. Оптимізація маршруту руху Максимізація прибутку та автоматизація виробництва. Зменшення витрат на автопарк підприємства, на паливо, на зв'язок. Роздільний збір сміття. Наявність власного полігону, сортувальної станції, кваліфікованих виробничих та технічних працівників, ремонтної бази, мийки, власних контейнерів для сміття, вторинної переробки сміття або сміттєспалювального заводу
9	Сміттєспалювальні та сміттєпереробні підприємства	Належна експлуатація об'єктів інфраструктури й надання послуг зі збирання, вивезення та утилізації відходів за визначену плату. Здійснюють облік прийнятих відходів і оформлення облікових документів, що	Роздільний збір. Максимальна кількість відходів. Висока ціна за 1 м ³ вторинної сировини. Якісно відібрані відходи

	Основні виконавці	Функції	Цілі
		містять інформацію про фактично прийняті на переробку тверді відходи, переробляють прийняті відходи відповідно до існуючої технології.	
10	Полігони	Здійснюють облік прийнятих відходів і оформлення облікових документів, що містять інформацію про фактично прийняті на поховання тверді відходи, розміщують прийняті відходи на полігоні відповідно до існуючих технологій поховання	Роздільний збір сміття. Органічний склад сміття. Мінімальна кількість сміття
11	Громадські організації і заклади освіти	Здійснюють просвітницьку діяльність у сфері екологічно безпечного поводження з відходами.	Кількість інформації, що розповсюджується. Кількість населення, що сортує ТКВ.

Як було визначено раніше, конкретний вихід $y(\cdot) \in Y(\cdot)$ в кожен момент t повністю визначається станом системи в цей момент t . Позначимо цей стан через $x(t)$; тоді існує відображення $\eta: T \times X \rightarrow Y$, таке, що виконується співвідношення:

$$y(t) = \eta[t, x(t)], \quad t \in T \quad . \quad (2.2)$$

Залежність відображення η від t означає, що характер залежності виходу від стану протягом часу може змінитися. Отже, впровадження сучасних інноваційних моделей системи поводження з відходами дозволить визначити оптимальні параметри процесів управління.

Елементи $u(\cdot)$ множини U^T можуть позначати процеси в просторі станів. Параметри процесу управління системою поводження з відходами $u(\cdot)$, наприклад, в деякий момент t , є $u(t) \in U$. Завданням системи є запобігання шкідливому впливу відходів на довкілля та здоров'я населення через впровадження заходів попередження утворення відходів, скорочення їх кількості, оптимізації потоків відходів за рахунок відновлення їх цінності,

повторного використання, рециклінгу, утилізації та контролю за об'єктами розміщення відходів. Однією з важливих умов забезпечення результативності управління системою поводження з відходами є ефективне управління процесами поводженням з відходами.

Водночас від об'єктів відходоутворення в систему управління поступає інформація про зміни її поточного стану. Особа, що приймає рішення, одержує інформацію, враховує і аналізує для виявлення відхилень від необхідного стану і визначає необхідність змін. Якщо позначити множину ТКВ, якою можна управляти, через $G(s)$, а відходами, якими не можна управляти, через $G_d(s)$, то процес управління системою буде виглядати:

$$y(s) = G(s) \cdot u(s) + G_d(s) \cdot d(s), \quad (2.3)$$

де $d(s)$, $u(s)$, $y(s)$ – вектори збурення, управління і виходу відповідно.

$$d(s) = \begin{bmatrix} d_1(s) \\ d_2(s) \\ \dots \\ d_k(s) \end{bmatrix}; \quad u(s) = \begin{bmatrix} u_1(s) \\ u_2(s) \\ \dots \\ u_k(s) \end{bmatrix}; \quad y(s) = \begin{bmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \\ \dots \\ y_k(s) \end{bmatrix}. \quad (2.4)$$

В матричній формі функції зміни обсягів ТКВ, якими можна управляти $G(s)$, і обсягів відходів, якими не можна управляти $G_d(s)$ мають вигляд:

$$G(s) = \begin{bmatrix} g_{11}(s) & g_{12}(s) & \dots & g_{1n}(s) \\ g_{21}(s) & g_{22}(s) & \dots & g_{2n}(s) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{k1}(s) & g_{k2}(s) & \dots & g_k(s) \end{bmatrix}; \quad (2.5)$$

$$G_d(s) = \begin{bmatrix} g_{11}^d(s) & g_{12}^d(s) & \dots & g_{1n}^d(s) \\ g_{21}^d(s) & g_{22}^d(s) & \dots & g_{2n}^d(s) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{k1}^d(s) & g_{k2}^d(s) & \dots & g_{k1}^d(s) \end{bmatrix}$$

Формування керуючого впливу $u(s)$ буде визначатися багатовимірним регулятором $G_c(s)$ з урахуванням помилки неузгодження:

$$\varepsilon(s) = y^*(s) - y(s), \quad (2.6)$$

$$\varepsilon(s) = [\varepsilon_1(s), \varepsilon_2(s), \dots, \varepsilon_n(s)]^T. \quad (2.7)$$

З урахуванням зміни кількісних та якісних характеристик ТКВ узагальнена схема системи управління відходами (2.1) буде мати вигляд наведений на рис. 2.3.

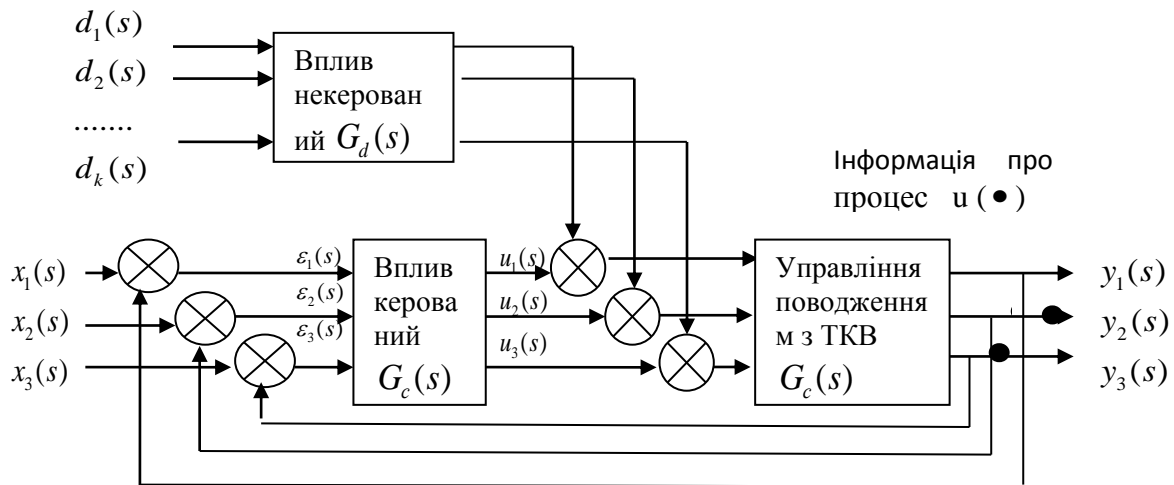


Рисунок 2.3 – Структурна модель системи управління поведженням з відходами

Удосконалена системна модель управління ТКВ наведена в рис.2.4. Вона включає множини вхідних та вихідних параметрів, обмеження, управляючі та некеровані параметри.

Система є жорсткою ієрархічною структурою, що ускладнює можливості ефективного управління. Велика кількість зацікавлених сторін з різними цілями процесу управління викликає ускладнення функціонування системи. Системну модель управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад можна представити у вигляді табл. 2.2.

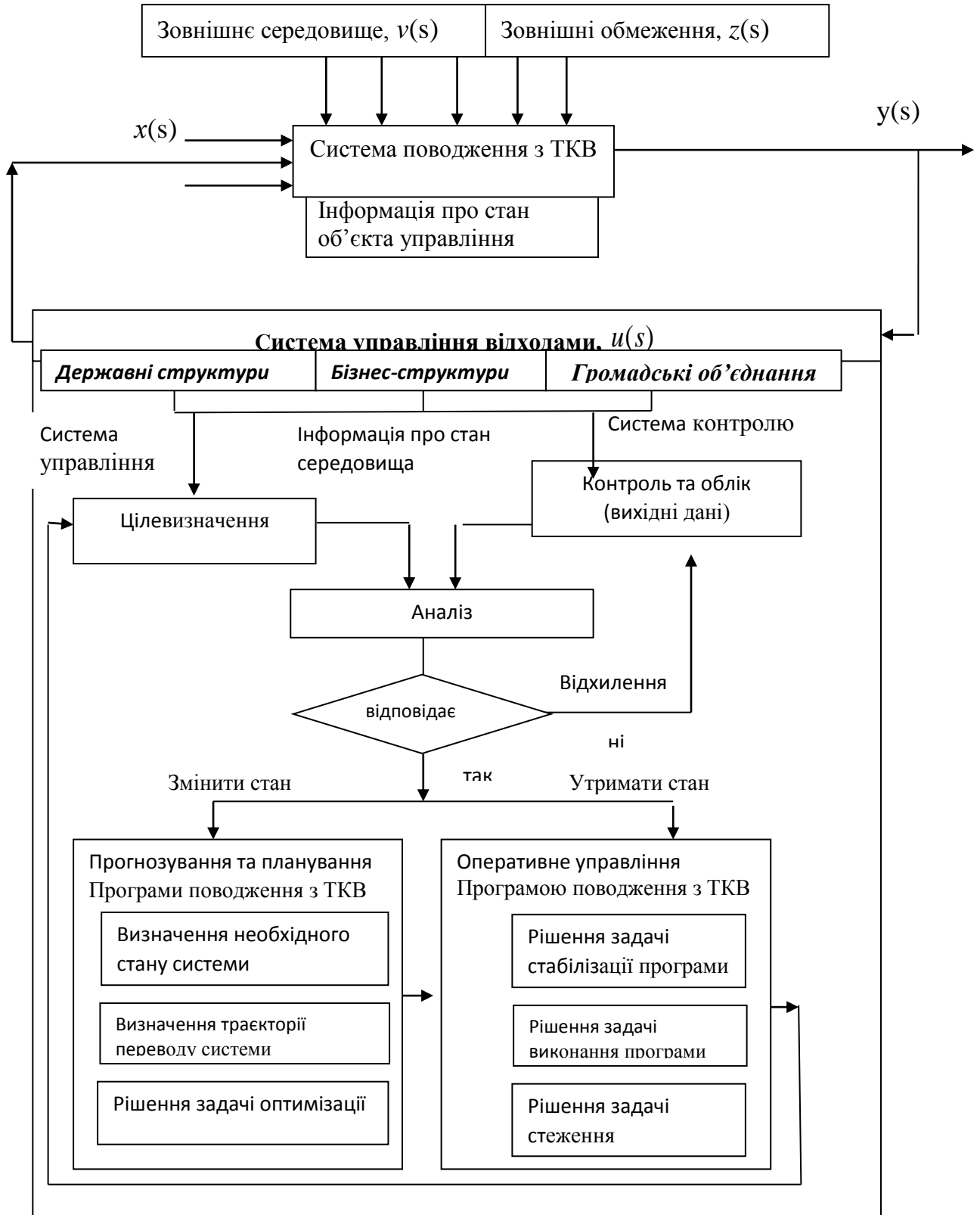


Рисунок 2.4 – Системна модель управління відходами

Таблиця 2.2

Системна модель управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад

Вхідні параметри	$x(s) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, де x_1, x_2, \dots, x_n – показники системи відходоутворення об'єднаної територіальної громади
Вихідні параметри	$y(s) = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, де y_1, y_2, \dots, y_n – показники системи поводження з відходами та екологічної безпеки об'єднаної територіальної громади
Обмеження	$v(s) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, де v_1, v_2, \dots, v_n – кількісні значення гранично-допустимих рівнів та інші обмеження, визначені законодавством за антропогенний вплив на стан довкілля
Управляючі параметри	$u(s) = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, де u_1, u_2, \dots, u_n – множина зацікавлених сторін, нормативно-правових, організаційних, технологічних, фінансово-економічних, інформаційних показників системи
Некеровані параметри	$z(s) = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$, де z_1, z_2, \dots, z_n – множина показників політичних впливів, соціальних факторів, фінансових та інших ризиків, які викликані зовнішніми чинниками.

Обсяг ТКВ в окремому локальному просторі ОТГ, регіону або міста формується множиною параметрів, що, насамперед враховує чисельність населення, рівень споживання, кількість житлового фонду як показник розвиненості населеного пункту. На динаміку відходоутворення впливають фактори, що характеризують розвиток суспільства та добробут населення, а саме, обсяг виробленої промислової продукції, грошові доходи населення, утримання роздрібною торгівлі.

Для удосконалення системи управління ТКВ, необхідно застосовувати комплексний підхід, що дозволяє узгоджувати інтереси зацікавлених сторін.

Таким чином, системний підхід дозволив розробити системну модель управління процесом поводження з відходами, що переводить вхідний стан системи $x(s)$ у вихідний $y(s)$ за допомогою керуючих впливів $u(s)$ за умов наявності зовнішніх обмежень $v(s)$ і урахування ризиків некерованих впливів $z(s)$. Процес управління в об'єднаних територіальних громадах забезпечується державними структурами / органами місцевого самоврядування, бізнес-

структурами / суб'єктами господарювання та місцевою громадою / домогосподарствами. Для розробки ефективної системи управління відходами на регіональному рівні проаналізуємо інноваційні методи сучасного управління екологічною безпекою в частині поводження з відходами.

2.2. Стратегічний аналіз передумов впровадження системи управління відходами на регіональному рівні

Для успішного впровадження екологічно безпечної системи управління відходами в довгостроковій перспективі необхідно провести прогнозування можливостей, які можуть місце у майбутньому. Стратегічне управління, зосереджує увагу на визначенні загроз та можливостей зовнішнього середовища. Крім того, сильні і слабкі сторони внутрішнього середовища визначають умови впровадження будь-якої довгострокової програми.

Отже, стратегічний аналіз є основою для забезпечення комплексності процесів управління ТКВ в регіоні, що використовують для структурного проектування ефективної регіональної програми поводження з відходами, на основі впровадження інноваційних методів сучасного управління та формування єдиного інформаційного простору, який впливає на стійкість розвитку регіону. Важливим інструментарієм, який дозволяє з'єднати разом сильні і слабкі сторони бізнесу, можливості та загрози зовнішнього середовища і провести аналіз є технологія PEST і SWOT-аналізу.

Результати визначення ситуації з системою управління відходами за методом PEST-аналізу наведено в табл. 2.3 [195].

Нормативно-правова база з питань поводження з відходами знаходиться на стадії формування. Національна стратегія поводження з ТКВ до 2030 року не виконується повністю.

Таблиця 2.3

PEST-аналіз системи управління ТКВ

Political – політичні показники	Economical – економічні показники
<ul style="list-style-type: none"> - Недосконала нормативно-правова баз з питань поводження з відходами. - Низька зацікавленість населення, підприємств-перевізників до спільного вирішення проблеми. - Можливість залучення до впровадження проєктів та програм поводження з відходами широкого кола громадськості через громадські організації та об'єднання. - Низький рівень зацікавленості у результатах вирішення проблеми вищих посадових осіб Житомирської області. 	<ul style="list-style-type: none"> - Недостатнє фінансування системи поводження з відходами. - Наявність додаткових джерел фінансування, в тому числі міжнародними фондами, кредитів ЄБРР, проєкти громадського бюджету. - Висока вартість впровадження технологій поводження з відходами та низька вартість відходів як вторинної сировини. - Зменшення запобігання екологічного збитку за рахунок зниження збитків довкіллю.
Social – соціальні показники	Technological – технологічні показники
<ul style="list-style-type: none"> - Кількість ТКВ постійно зростає, особливо в містах. - Постійне інформування населення через ЗМІ та соціальні мережі щодо негативного впливу відходів на довкілля та пов'язаних з цим проблем зі здоров'ям. - Популяризація питань рециклінгу відходів, необхідності зниження рівня відходоутворення, використання відходів як вторинних ресурсів у засобах масової інформації та соціальних мережах. - Низький рівень розуміння проблеми населенням області. - Готовність певної частини населення до активної співпраці з органами місцевого самоврядування в зниженні впливу ТКВ на довкілля. 	<ul style="list-style-type: none"> - Широке впровадження технологій питань рециклінгу відходів, зниження рівня відходоутворення, використання відходів як ресурсів в європейських країнах. - Існування сучасних і ефективних технологій рециклінгу відходів, їх переробки як вторинної сировини. - Наявність окремих успішних проєктів щодо вирішення проблеми зниження впливу ТКВ на довкілля. - Відсутність в області ефективних логістичних систем, що використовуються під час управління з відходами. - Низький рівень впровадження ефективних технологій сучасного управління.
<p>Наявність перспективи. Підвищення рівня взаємодії між всіма учасниками системи поводження з відходами. Підвищення рівня загальної культури населення в питаннях поводження з відходами. Зменшення обсягу генерації відходів. Оптимізація економічних та екологічних показників за рахунок впровадження систем екологічної логістики. Збереження природних та енергетичних ресурсів під час використання відходів як вторинної сировини. Підвищення рівня здоров'я населення регіону.</p>	

Регіональні програми більшості регіонів України не затверджені або потребують суттєвих змін. Низька ефективність виконавчої дисципліни впровадження програм та низький рівень зацікавленості стейкхолдерів є несприятливими факторами для вирішення проблеми в Житомирській області.

Не всі із зазначених економічних показників впливають позитивно. Частина з них є несприятливими через неготовність населення області до зниження рівня відходоутворення та роздільного збору ТКВ. Соціальні та технологічні показники -сприятливі для впровадження екологічно безпечної системи управління ТКВ. Результати PEST-аналіз системи управління ТКВ показують, що найменш сприятливими для вирішення проблеми є політичні умови.

Підсумовуючи результати PEST-аналізу, варто зазначити, що умови, які сьогодні наявні в більшості регіонів України є сприятливим для впровадження сучасних інноваційних програм управління ТКВ.

SWOT-аналіз дозволяє визначити можливості та загрози впровадження системи управління ТКВ в регіоні, виявляють ймовірність використання та вплив обраних можливостей та загроз на одержані результати. Аналогічно здійснюється аналіз загроз та наслідків впровадження сучасних інноваційних програм управління ТКВ в регіоні. Також здійснюють є оцінку факторів внутрішнього середовища. Проведений аналіз внутрішнього й зовнішнього середовища системи поводження з відходами дозволяє сформуванню конкретний перелік її слабких і сильних сторін, а також загроз і можливостей.

Результати SWOT-аналіз передумов впровадження інноваційних програм поводження з відходами наведено в табл. 2.4.

Заключним етапом SWOT-аналізу є кількісна експертна оцінка та побудова матриці результатів передумов впровадження програми. Проведемо кількісну експертну оцінку на прикладі регіональної програми поводження з відходами в Житомирській області. Для проведення експертної оцінки було залучено експертів різних зацікавлених сторін, а саме представники: державних структур (органи місцевого самоврядування, управління екології, державна екологічна інспекція тощо); бізнес-структур (перевізники, сміттесортувальні станції, житлово-комунальні підприємства тощо); громадськості (громадські організації, об'єднання, партії тощо); населення, що проживає в регіоні.

Таблиця 2.4

**SWOT-аналіз передумов впровадження інноваційних програм
поводження з відходами**

	Позитивний вплив	Негативний вплив
Внутрішнє середовище	<p>Strengths (сильні сторони):</p> <p>A₁. Впровадження програми поведження з відходами дозволить підвищити рівень екологічної безпеки регіону.</p> <p>A₂. Усвідомлення вищим керівництвом області необхідності вирішення проблеми ефективного поведження з відходами.</p> <p>A₃. Зміна вектора вирішення проблеми від концепції боротьби з наслідками впливу відходів на довкілля до концепції розробки технологій маловідходного і безвідходного виробництва, їх рециклінгу, утилізації та вторинного використання.</p> <p>A₄. Збільшення кількості бізнес-структур, які готові й спроможні впроваджувати сучасні методи утилізації ТКВ</p>	<p>Weaknesses (слабкі сторони):</p> <p>B₁. Розроблена Національна програма поведження з відходами до 2030 року, впроваджується лише частково, що ускладнює формування регіональних програм, знижує ефективність впровадження нових методів управління нею.</p> <p>B₂. В області зберігається функціональна ієрархія управління, що ставить результативність програми в залежність від управлінських рішень безпосередньо вищого керівництва.</p> <p>B₃. Низька ефективність існуючої системи управління відходами в області.</p> <p>B₄. Недостатньо розвинутий ринок переробки та утилізації відходів.</p>
Зовнішнє середовище	<p>Opportunities (можливості)</p> <p>C₁. Зростання кількості громадських організацій та населення, які готові й спроможні брати участь у вирішенні цієї проблеми.</p> <p>C₂. Постійно удосконалюються методи утилізації відходів як у вітчизняній, так і в міжнародній практиці.</p> <p>C₃. Програми поведження з відходами, що впроваджується на національному, регіональному або локальному рівні здійснюється на основі існуючої системи поведження з відходами країни, області, міста чи підприємства.</p> <p>C₄. Впровадження сучасних інноваційних методів управління в органах державної влади і місцевого самоврядування.</p> <p>C₅. В містах області є можливості формування сучасної інфраструктури поведження з відходами.</p> <p>C₆. В області є умови для створення конкурентного ринку поведження з відходами.</p>	<p>Threats (загрози):</p> <p>D₁. Збільшення кількості відходів і посилення їх впливу на довкілля, загроза екологічної катастрофи.</p> <p>D₂. Загроза соціальних та політичних небезпек, в зв'язку з підвищенням плати за утилізацію відходів та збільшенням штрафів.</p> <p>D₃. Відсутність розроблених регіональних програм поведження з відходами на основі сучасних методів управління.</p> <p>D₄. Низький рівень соціальної екологічної свідомості та культури поведження з ТКВ.</p> <p>D₅. Відсутність комунікації та узгодження дій між зацікавленими сторонами при вирішенні проблеми</p> <p>D₆. Наявність конфлікту інтересів та небажанням прийняти на себе відповідальність за вирішення проблеми.</p>

Результати обробки опитування експертів дозволили побудувати матрицю SWOT-аналізу передумов впровадження регіональної програми поводження з відходами в Житомирській області. На перетині стовпчиків та рядків – Можливості / Сильні сторони, Можливості / Слабкі сторони, Загрози / Сильні сторони, Загрози / Слабкі сторони - проставляється експертна оцінка їх взаємного впливу в балах проміжку від -1 до +1. При чому оцінка +1 відповідає сильному взаємному впливу, а значення -1 – повна відсутність впливу.

Узгодженість думок експертів і невинпадковий характер згоди оцінювався відповідно коефіцієнтом конкордації W і статистичним критерієм Пірсона χ^2 .

Коефіцієнт конкордації W дозволяє оцінити, наскільки узгодженими між собою є ранжирування n об'єктів, побудовані групою m експертів $\|r_{ij}\|$ ($j=1, \dots, m$; $i=1, \dots, n$), де r_{ij} — ранг, що надається j -м експертом i -му об'єкту [243]. Він визначається як відношення D , що описує розкид між ранжируваннями до величини D_{max} , що є максимально можливим розкидом й обчислюється за формулою:

$$W = \frac{D}{D_{max}} = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^2 - n)} \quad (2.8)$$

де m – кількість експертів, n – кількість слухачів.

Для обчислення суми квадратів відхилень рангів від середнього значення S :

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m r_{ij} - r)^2 \quad (2.9)$$

Коефіцієнт W вимірюється в діапазоні від 0 до 1 і групова оцінка вважається достатньо надійною, коли $W > 0,7$. Якщо коефіцієнт конкордації дорівнює нулю, то між думками експертів наявна абсолютна розбіжність. Якщо коефіцієнт конкордації дорівнює одиниці, тоді має місце повна узгодженість думок експертів стосовно результатів опитування.

Статистичне значення коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Пірсона χ^2 , який обчислюється за формулою:

$$\chi_{\phi}^2 = m(n - 1) \cdot W \quad (2.10)$$

За рівнем значущості α і числу ступенів свободи $q = n - 1$ в таблицях Пірсона знаходять критичне значення $\chi_{кр}^2$.

Якщо $\chi_{\phi}^2 > \chi_{кр}^2$, то коефіцієнту конкордації можна довіряти і отримані, на його основні висновки достовірні [196].

Знайдене значення χ^2 порівнюють з табличним χ^2 для кількості степенів вільності $n-1$ і рівня значущості α . Якщо значення χ^2 більше χ^2 табличного, гіпотеза про невинуваткову узгодженість думок експертів не відхиляється. Якщо коефіцієнт конкордації W і критерій Пірсона χ^2 мають незадовільні значення, експерти оцінюють матеріали повторно.

Результати SWOT-аналізу передумов впровадження регіональної програми поводження з відходами в Житомирській області представлено в табл.2.5.

Таблиця 2.5

Результати SWOT-аналізу передумов впровадження регіональної програми поводження з відходами в Житомирській області

Можливості/Сильні сторони	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
A ₁	1	0,91	0,70	0,59	1	0,91
A ₂	0,49	0,89	0,91	0,51	0,81	0,70
A ₃	0,61	0,11	0,11	0,89	0,09	0,81
A ₄	1	0,19	0,71	0,69	0,11	0,19
Можливості/Слабкі сторони	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
B ₁	0,68	0,69	0,61	0,51	0,71	0,39
B ₂	0,21	0,19	0,11	0,09	0	0,11
B ₃	0,29	0,81	0,68	0,61	0,91	0,89
B ₄	0,09	0,80	0,20	0,79	0,49	0,51
Загрози/Сильні сторони	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
A ₁	-0,61	-0,71	0	-10	-0,81	0,10
A ₂	-0,70	-0,59	0,10	-0,51	-0,59	-0,41
A ₃	-0,71	-0,81	0,11	-1	-0,61	0,18
A ₄	0,19	0,31	0,31	-0,50	-0,42	-0,19
Загрози/Слабкі сторони	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
B ₁	-0,69	-0,59	-0,41	-0,31	-0,41	-0,21
B ₂	-0,11	-0,41	-0,09	-0,28	-0,51	-0,58
B ₃	-0,61	-0,79	0,11	-0,29	-0,59	-0,41
B ₄	-0,29	-0,91	0	-0,21	-0,71	-0,59

Коефіцієнт конкордації $W = 0,7892$, що свідчить про достатню узгодженість думок експертів. Розрахункове значення статистичного критерію Пірсона χ^2 дорівнює 14,86, що при ступені вільності 14 і рівня значущості $\alpha=0,01$ більше табличного значення ($\chi^2 = 14,4$). Таким чином, можна вважати узгодженим ранжування експертів при $\alpha = 0,1$.

Загальні результати SWOT-аналізу передумов впровадження регіональної програми поводження з відходами в Житомирській області наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Загальні результати SWOT-аналізу передумов впровадження регіональної програми поводження з відходами в Житомирській області

Шифри сильних сторін	A ₁		A ₂		A ₃		A ₄
Загальна сума оцінок	2,12		1,609		-0,201		2,612
Шифри слабких сторін	B ₁		B ₂		B ₃		B ₄
Загальна сума оцінок	1,31		-1,32		1,607		0,216
Шифри можливостей	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
Загальна сума оцінок	4,43	4,64	4,15	4,70	4,14	4,51	
Шифри загроз	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	
Загальна сума оцінок	-3,51	-4,53	0,14	-4,15	-4,60	-2,13	

Узагальнений аналіз сильних сторін свідчить, що в області наявні всі умови для вирішення питань поводження з відходами на основі сучасних інноваційних методів управління, проте є суттєві ризики, які пов'язані з відсутністю комунікації та узгодження дій між зацікавленими сторонами під час вирішення цієї проблеми.

Таким чином, як показали результати SWOT-аналізу, найбільш сильною стороною впровадження сучасної системи поводження з відходами є збільшення кількості бізнес-структур, які готові й спроможні впроваджувати сучасні методи утилізації ТКВ. Найслабшою стороною є низька ефективність існуючої системи управління відходами в області. Зовнішні можливості, які сприяють змінам є

наявність сучасних інноваційних методів управління в органах державної влади і місцевого самоврядування. Найбільшою загрозою є відсутність комунікації та узгодження дій між стейкхолдерами для вирішення проблеми. Одержані результати є основою для впровадження регіональних програм поводження з відходами на основі положень циркулярної економіки.

2.3. Концептуальна модель регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу

Основні положення стратегії поводження з ТКВ ґрунтуються на результатах системного аналізу, який є методологічною базою для її реалізації [197-201]. До числа основних завдань комплексного дослідження відносять:

- розробку заходів інтегрованого поводження з відходами;
- побудову узагальнених модифікацій концепції, класів і систем, тобто покрокову процедуру планування поводження з відходами;
- визначення особливостей інноваційного управління для застосування в різних регіонах, тобто об'єднання роботи територіальних громад.

Структурна схема системи поводження з відходами (рис. 2.5), яка визначає реалізацію регіональної програми поводження з відходами через співробітництво територіальних громад шляхом реалізації покрокової процедури планування для інтегрованого поводження з відходами.

Процес планування регіональної програми спирається на три методологічні підходи:

1. Інтегроване поводження з ТКВ.
2. Поетапна система планування.
3. Міжмуніципальне співробітництво (взаємозв'язок територіальних громад).



Рисунок 2.5 – Структурна схема системи управління відходами

Основною метою регіональної програми поводження з відходами є вирішення проблеми на довгострокову перспективу шляхом створення позаселітебних територій системи міжрегіональних енергонезалежних виробництв повного циклу зі збирання ТКВ, їх транспортування, переробки в товарну продукцію, а також мережі оптових логістичних центрів.

Особливість регіональної програми полягає у системному вирішенні проблем поводження з відходами, включаючи транспортування від сміттєперевантажувальних станцій на переробку та (або) захоронення; відлучення з відходів вторинних матеріальних ресурсів; отримання вторинної сировини; сировинну, енергетичну і біотехнологічну переробку вторсировини в товарну продукцію; передача неутилізованої частини відходів зі сфери відповідальності ЖКГ муніципальних адміністрацій на міжрегіональний рівень.

Ключовою ідеєю нового підходу є комплексна високотехнологічна переробка відходів шляхом застосування безвідходних технологій на малонаселених територіях, розташованих далеко від міст.

Сформуємо методологічну основу для розробки інтегрованої регіональної програми управління поводженням з твердими комунальними відходами, як

сукупність науково обґрунтованих цілеспрямованих впливів на всі процеси поводження з відходами, а саме: збирання, накопичення, обробка, утилізація, переробка, знешкодження, розміщення відходів з метою забезпечення екологічних, економічних і соціальних норм і вимог.

Ці методологічні підходи є інструментом формування структури планування та подальшої реалізації плану (інтегроване поводження з ТКВ), закладають організаційну основу міжмуніципального співробітництва та формують методичні вказівки для реалізації покрокової процедури.

Впровадження регіональних програм поводження з відходами передбачає мінімізацію впливу відходів на довкілля, що є найважливішим принципом побудови сталої системи поводження з ТКВ.

В [50] розглядається два сценарію формування ефективної системи управління відходами для об'єктів територіальної громади – інерційний та інноваційний. Пасивний план передбачає формування служби з саме цією динамікою, яка спостерігалася в управлінні ТКВ в Україні в 2000-2020 роках, при досягненні значення природоохоронної безпеки, введеного в ЄС й виконання цільових показників, які поставлені в Угоді про асоціацію посеред Україною та Європейським Союзом.

Інноваційний сценарій передбачає модернізацію системи збирання та захоронення відходів, як необхідну умову екологічно безпечного функціонування основних фондів системи протягом терміну їх експлуатації. Для застосування цієї моделі на обласному / регіональному рівні потрібна інформація про кількість та структуру відходів, що утворюються; стан полігонів і ступінь їх завантаження; термін використання полігонів, рівень рекуперації деяких фракцій, відсоток вторинного використання відходів, рециклінг та інших циклічних операцій.

Впровадження механізмів циркулярної економіки в системі поводження з відходами для ОТГ за інноваційною моделлю ґрунтується на принципах екологічної логістики та рециклінгу. Програма спрямована на зниження впливу

ТКВ на природні ресурси, зокрема водні, лісові, повітряні (атмосферні), земельні, та враховувати особливості клімату в регіоні, можливості будівництва, удосконалення інфраструктури, зміни чисельності населення, об'єму та морфологічної складової ТКВ та їх фізико-хімічні показники, заплановані об'єкти з переробки ТКВ та концентрації небезпечних речовин в атмосферному повітрі, гідрогеологічні властивості тощо.

Програма (РП) може забезпечувати оптимальність управління системою поводження з відходами, включає різні напрямки рішення проблем та реалізуються через окремі проєкти. В термінах теорії множин програму визначає стратегічна мета (M_i), ресурси (R_i), фінанси (F_i) та інформація (I_i).

$$PP = \langle M_i, R_i, F_i, I_i \rangle. \quad (2.11)$$

Взаємодія та узгодження потоків відходів - матеріальних, фінансових та інформаційних, здійснюється логістичною системою рециклінку ТКВ. В основі їх формування є інформаційне, матеріальне, транспортне, техніко-технологічне та фінансове забезпечення.

Метою логістичної системи регіональної програми поводження з відходами є створення цілісної інтегрованої господарської системи, що дозволяє забезпечити широкомасштабну переробку відходів для організації екобезпечного інноваційного розвитку регіону та досягнення соціально-економічної і екологічної ефективності.

Для реалізації мети необхідно вирішувати такі завдання:

- вдосконалення господарських зв'язків;
- поглиблення взаємодії між окремими об'єктами;
- розвиток вітчизняного виробництва;
- загальнодержавна підтримка учасників (підприємств) процесів реалізації екобезпечних інновацій у господарській діяльності;
- рух комерційної складової й зміцнення матеріально-технічної бази;

- спосіб організації, що включає складські, сортувальні і утилізаційні підрозділи, розміщені у межах зони утворення і споживання відходів;
- техніко-технологічне надання відповідно до розмірів, напруженості процесу потоків даного ресурсу;
- використанням принципів логістичної інтеграції.

Логістична концепція управління відходами включає макро- і мікрологістичних систем, що складаються з різноманітних підсистем і мають зв'язок із зовнішнім середовищем.

Припустимо, що в регіоні є n об'єктів-стейкхолдерів, які зацікавлені в реалізації програми, кожен з яких відповідає певній структурі (табл. 2.1). Безліч об'єктів-стейкхолдерів позначимо $i = \{1, 2, \dots, n\}, i \in I$. Стратегією управління ТКВ i – го АЕ є вибір дії $y_i \in A_i$, який вимагає від i – го об'єкту витрат $c_i(y_i)$. Нехай $c_i(\cdot)$ – невід'ємна не спадна функція витрат об'єктів-стейкхолдерів, а j – й центр оцінює ефективність об'єктів-стейкхолдерів)

$$z_j = Q_j(y), \quad (2.12)$$

де $Q_j: A' \rightarrow \mathbb{R}^{m_j}, m_j \leq n$ - функція агрегування,

$j \in K = \{1, 2, \dots, k\}$ – безлічі центрів.

Логістика управління ТКВ формується під впливом таких чинників:

- розмір обсягу відходів та динаміка їх змін;
- базисні наукові уявлення;
- науково-технічні можливості та ресурси;
- наявне законодавство та нормативно-правова база ОТГ;
- розташування ОТГ;
- економічні можливості об'єктів-стейкхолдерів.

Обсяги генерації відходів залежать від кількості населення регіону, ступеня урбанізації, кількості промислових підприємств, кліматичних та географічних умов тощо.

Широкомасштабне впровадження програми поводження з відходами для ОТП можливе лише за умови створення відповідної інфраструктури, як цілісної інтегрованої господарської системи накопичення, перевезення, збору, складування, рекуперація, сертифікації та ідентифікації, реалізації, утилізації і рециклінгу з відповідним обслуговуванням окремих потоків, як-то інформаційного, маркетингового, транспортного, комерційного та тощо [148].

У міжнародній практиці поводження з ТКВ однією з найбільш поширених є модель координаційного агента як відокремленої структури або неприбутковою компанією з винятковими або частковими правами для поводження з відходами, що утворюються на певній території. Координаційні агенти утворюють керівництво порядком поводження з відходами, укладають угоди і здійснюють підрахунки з організаціями, що надають послуги та експлуатують відповідну інфраструктуру. Муніципалітет є виключно одним із замовників послуг. Модель поєднує в собі тенденція міських органів влади досягти цільових показників по переробці відходів і зменшення їх поховання на полігонах в найбільш економний спосіб. Економічні можливості місцевих бюджетів часто обмежені. Використання переважно результативних технологій обробки і ефективність масштабу дозволяють знизити витрати на одиницю переробки ТПВ [50].

На рис. 2.6 представлена концептуальна модель впровадження екологічно-безпечної інноваційної логістичної системи управління відходами, що включає залучення координаційного агента, як відокремленого суб'єкту, який здійснює управління всіма відходами, утворюваними на певній території.

Динаміка зміни матеріального потоку відходів в логістичній системі описується еквівалентною моделлю:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = A \cdot x + R \cdot u + B \cdot \varepsilon \\ R = C \cdot x \\ x(t_0) = x_0 \end{array} \right. \quad (2.13)$$

де $x - n$ - мірний вектор стану матеріального потоку відходів;

u – вектор управління матеріальним потоком відходів;

ε – вектор збурень.



Рисунок 2.6 – Схематична модель логістичної системи функціонування регіонального плану поводження з відходами для ОТГ

Координаційний агент здійснює управління (R) станом (A) матеріального потоку ТКВ з врахуванням непередбачуваних збурень (B) через систему моніторингу та спостережень (C), які можуть бути представлені $n \times m$ - мірними матрицями:

$$\begin{aligned}
 A &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}; & B &= \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nm} \end{bmatrix}; & (2.14) \\
 R &= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}; & C &= \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nm} \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

Рішення завдання (2.13 – 2.14) зводиться до визначення передаточної функції координаційного агента для управління відходами, перетворення диференціальних рівнянь до форми дискретної кінцевої різниці. Практичне впровадження цих моделей потребує уточнення основних параметрів системи.

Основою для забезпечення процесів управління є інформація про стан середовища. Її аналіз дозволяє визначати цілі системи та формувати Програму управління ТКВ. Моніторинг і контроль процесів управління відходами дозволяє здійснювати оперативне управління програмою.

Позначимо $H_j(z_j)$ – ефективність результатів від реалізації програми координаційного центру, $j \in K, z = (z_1, z_2, \dots, z_n) \in \mathfrak{R}^m$ – вектор результатів діяльності, $m = \sum_{j \in K} m_j$. Припустимо, що кожен з об'єктів-стейкхолдерів здійснює реалізацію окремих завдань програми поводження з ТКВ. Залежність між витратами на реалізацію завдань та результатами діяльності об'єктів-стейкхолдерів назовемо функцією стимулювання і позначимо $\sigma_{ij}(z_{ij}), i \in I, j \in K$.

Таким чином, сумарне стимулювання $v_i(z)$, що одержує i -ий об'єкт-стейкхолдер, дорівнює $v_i(z) = \sum_{j \in K} \sigma_{ij}(z_{ij}), i \in I$, а цільова функція взаємодії координаційного центру та i -го об'єкту стейкхолдера має вигляд [202]:

$$\begin{aligned} \Phi_j(z_j, \{\sigma_{ij}(\cdot)\}_{i \in I}) &= H_j(z_j) - \sum_{i \in I} \sigma_{ij}(z_j), j \in K \\ f_i(y, \{\sigma_{ij}(\cdot)\}_{j \in K}) &= \sum_{j \in K} \sigma_{ij}(z_j) - c_i(y_i), i \in I. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Оптимізація логістичних потоків дозволяє організувати рух відходів як джерел сировини та енергії, досягти ресурсозбереження та відповідної ресурсної економії, що якісно вдосконалює організацію господарської діяльності підприємницьких структур в регіоні.

Логістичні завдання системи поводження з відходами має декілька чинників: обмеження й цільову структуру.

Цільова структура визначає чинники оптимальності, обирають найкращий. Обмеження – визначення безліч дозволених інших ситуацій. Обмеження формуються у вигляді нерівностей і/тобто рівнянь.

У загальному вигляді оптимальна логістична мета виглядає так:

$$y = f(x) \rightarrow \max \left. \begin{array}{l} (min) \end{array} \right\} \\ x \in X \quad \quad \quad (2.16)$$

де X – множина визначених рішень в логістичній системі поводження з ТКВ (логістичних рішень);

f – числова функція, визначена на множині X , яка є цільовою функцією [203].

Визначні логістичні задачі є багатовимірними та в мають вигляд:

$$\left. \begin{array}{l} y = f(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \max \quad (min) \\ g_i(x_1, \dots, x_n) \leq 0, \quad i = \overline{1, m} \\ h_k(x_1, \dots, x_n) = 0, \quad k = \overline{1, p} \end{array} \right\} \quad (2.17)$$

де x_1, \dots, x_n та y – дійсні змінні (керовані параметри), перші n з яких є основними та створюють структуру $x = (x_1, \dots, x_n)$ завдання, а остання показує відповідне значення цільової функції;

$f, g_i, i = \overline{1, m}, h_k, k = \overline{1, p}$, – числові функції змінних x_1, \dots, x_n .

Перша функція є цільовою, а інші використовуються з метою відображення множини можливих рішень.

Розв'язком логістичних завдань (2.17) є пара $\langle X^*, y^* \rangle$, де X^* – множина оптимальних рішень, y^* – оптимальне значення цільової функції, що досягається нею на множині допустимих рішень X .

Критеріями оптимальності при впровадженні екологізації логістичних процесів поводження з відходами є критерії економічної вигоди і екологічної

безпеки, які можуть формуватися відповідно основним критеріям логістичного управління ТКВ, що включають функції логістичного підходу (f_i), завдання (z_j), інструменти (in_k), принципи (pr_l) та оптимізацію логістичного підходу (opr_n):

$$K_{lw} = (f_i, z_j, in_k, pr_l, opr_n) \quad (2.18)$$

Основні критерії логістичного підходу поводження з ТКВ та їх складові приведені на рис.2.7.

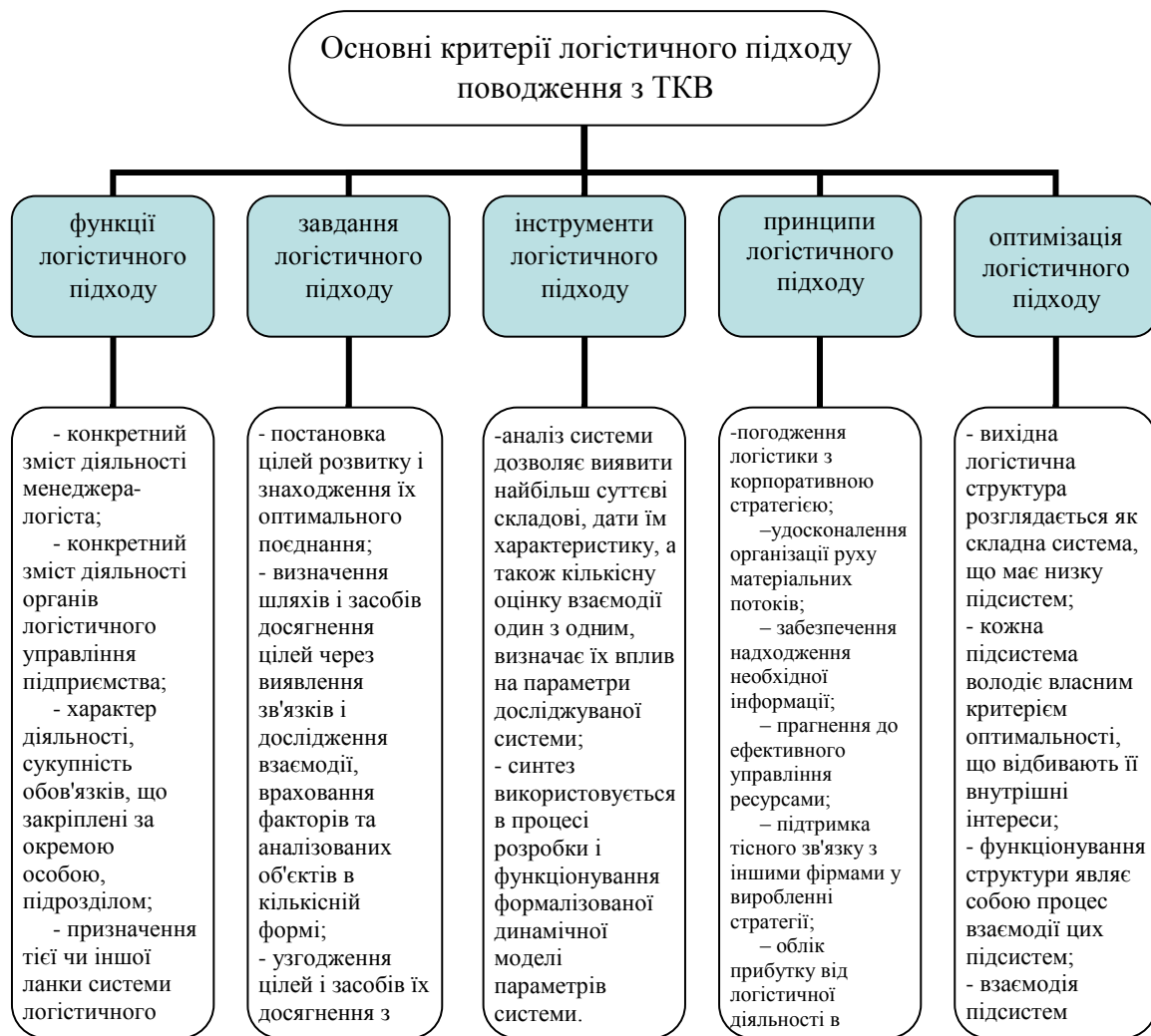


Рисунок 2.7 – Основні критерії логістичного підходу поводження з ТКВ та їх складові

Отже, впровадження логістичної моделі з координаційним центром регіональної програми поводження з відходами для ОТГ передбачає підвищення рівня ефективності збирання, транспортування та зберігання відходів. Проте, ефективність природоохоронних наслідків для об'єднаних територіальних громад досягається виключно на верхньому рівні стратегічних і підприємницьких рішень, які стосуються безпосередньо регіональної логістичної системи поводження з відходами, її інвентаризації або вибір технологій підвищення рівня екологічної безпеки при збільшенні інтенсивності накопичення відходів. Головною проблемою є інтеграція природоохоронних принципів в стратегічне логістичне управління та прогнозування обсягів накопичення відходів. Впровадження логістичного процесу для формування місцевих планів дій управління відходами сприятиме реалізації цих програм та зменшенню шкідливої дії відходів на довкілля.

Таким чином, логістичного підхід в регіональних програмах управління відходами охоплює весь життєвий цикл ТКВ від утворення до створення нового продукту, подальшої утилізації, чи безпечного утримання в довкіллі. Основна умова впровадження системи – будь-які технології та заходи, в тому числі заходи щодо скорочення числа відходів, їх рекуперация чи утилізація, поховання, тощо розроблюють комплексно для доповнення один одного.

2.4. Морфологічна модель регіональної програми управління відходами

Як було визначено раніше, регіональна програма може забезпечувати оптимальність управління системою поводження з відходами та включає чотири основних функціональних елементи – стратегічну мету (M_i), ресурси (R_i), фінанси (F_i) та інформацію (I_i) (формула 2.1), де $i = \{1, 2, \dots, n\}$ – безліч зацікавлених сторін (формула 2.11). Сформовано морфологічну матрицю регіональної програми управління відходами (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Морфологічна матриця параметрів системної моделі програми поводження з ТКВ

Мета (M)				Ресурси (R)				Фінанси (F)				Інформація (I)			
1. Pr (X ₁)	2. Z (X ₂)	3. Pl (X ₃)	4. Rez (X ₄)	5. Or (X ₅)	6. L (X ₆)	7. T (X ₇)	8. P (X ₈)	9. D (X ₉)	10. G (X ₁₀)	11. V (X ₁₁)	12. Ef (X ₁₂)	13. Id (X ₁₃)	14. Tex (X ₁₄)	15. Dok (X ₁₅)	16. Irez (X ₁₆)
1.1. Екологічні	2.1 Організація збирання ТКВ	3.1. Загальні цілі програми	4.1. Екологічний результат	5.1. Муніципальний орган управління ТКВ	6.1. Матеріальні ресурси	7.1. Час доставки ТТКВ	8.1. Бажання населення приймати участь в проектах програми поводження з відходами	9.1. Власні фінансові кошти підприємства	110.1. Масштаб утворення ТКВ	11.1. Витрати на збирання відходів	12.1. Чисті дисконтвані грошові потоки	13.1. Юридичний статус	14.1. Стратегічна місія організації	15.1. Вхідна документація	16.1. Екологічні показники програми
	2.2. Утилізація ТКВ	3.2. Локальні цілі окремих стейкхолдерів	4.2. Економічний результат	5.2. Органи державного екологічного управління,		7.2. Час складування ТКВ	9.2. Різні форми позикових коштів,	11.2. Витрати на сортування відходів		12.2. Чиста теперішня вартість	14.2. Критерії ціннісних показників		15.2. Інформація по кожній фазі життєвого циклу програми	16.2. Економічні показники	
1.2. Соціальні	2.3. Збирання ТКВ	3.3. Завдання окремих стейкхолдерів	4.3. Показники освоєного об'єму	5.3. Виробники твердих відходів	6.2. Фінансові ресурси	7.3. Час, потрібний на рециклінг ТКВ	8.2. Зацікавленість до співпраці між зацікавленими сторонами	9.3. Вітчизняні та міжнародні інвестиції	110.2. Екологічний податок на утворення відходів	11.3. Витрати на переробку відходів	12.3. Коефіцієнт вигоди — витрати	13.2. Джерела фінансування	14.3. Рівень екологічних знань	15.3. Звіти описові	16.3. Соціальні показники
	2.4. Перевезення ТКВ			5.4. Громадські організації і заклади освіти											

Мета (M)				Ресурси (R)				Фінанси (F)				Інформація (I)			
1. Pr (X ₁)	2. Z (X ₂)	3. P1 (X ₃)	4. Rez (X ₄)	5. Or (X ₅)	6. L (X ₆)	7. T (X ₇)	8. P (X ₈)	9. D (X ₉)	10. G (X ₁₀)	11. V (X ₁₁)	12. Ef (X ₁₂)	13. Id (X ₁₃)	14. Tex (X ₁₄)	15. Dok (X ₁₅)	16. Irez (X ₁₆)
1.3. Економічні	2.5. Знешкоднення ТКВ	3.4 Взаємозв'язки між стейкхолдерами	4.4. Соціальний результат	5.5. Пункти збору вторинних ресурсів	6.3. Трудові ресурси	7.4. Спеціалізовані транспортні засоби	8.3. Тиск міжнародної спільноти щодо виконання вимог міжнародного законодавства по відходам	9.5. Кошти з державного бюджету	110.3. Плата за розміщення відходів	11.5. Витрати на поховання відходів	12.4. Внутрішня норма дохідності	13.3. Кількість учасників волонтерів	14.5. Фахові компетенції членів та / або працівників	15.5. Інформація по обсягам утворених відходів	16.4. Локальні показники на окремих фазах життєвого циклу
	2.6. Захоронення відходів	3.5 Узгодження дій окремих стейкхолдерів		5.6. Спеціалізовані транспортні підприємства				9.6. Кошти з регіонального бюджету для виконання регіональних програм							
1.4. Законодавчі	2.7. Запобігання утворенню відходів	3.6. Планування заходів екологічної безпеки	4.5. Показники результативності	5.7. Сміттєпереробні підприємства	6.4. Волонтери та зацікавлені особи	7.5. Оптиміальний маршрут транспортування ТКВ	8.3. Тиск міжнародної спільноти щодо виконання вимог міжнародного законода-	9.7. Кошти з місцевого бюджету	110.4. Кошти за використання відходів як вторинної сирови-	11.7. Витрати на управління програмою	112.5. Період окупності	13.4. Рівень впливу на навколишнє середовище	14.7. Кількість одиниць обладнання для здійснення комунікацій	15.7. Інформація по комунікаціям між зацікавленими сторонами	16.6. Показники ефективності проекту в програмі

Мета (M)				Ресурси (R)				Фінанси (F)				Інформація (I)			
1. Pr (X ₁)	2. Z (X ₂)	3. P1 (X ₃)	4. Rez (X ₄)	5. Or (X ₅)	6. L (X ₆)	7. T (X ₇)	8. P (X ₈)	9. D (X ₉)	10. G (X ₁₀)	11. V (X ₁₁)	12. Ef (X ₁₂)	13. Id (X ₁₃)	14. Tex (X ₁₄)	15. Dok (X ₁₅)	16. Irez (X ₁₆)
1.6. Політичні	2.10. Контроль за управлінням ТКВ	3.8. Планування проєктів	4.7. Показники допустимості	5.10. Житлово-експлуатаційні організації	6.5. Непрямі ресурси	7.6. Відхилення в часі	8.5. Готовність органів місцевого самоврядування та урядових структур підтримувати проєкти інших учасників ринку	9.10. Кошти громадських бюджетів місцевого самоврядування	110.5. Рух грошових потоків	11.9. Витрати на оплату екологічних збитків	12.6. Ефективність витрат	13.5. Рівень комунікацій	14.8. Кількість одиниць спеціально розробленого програмного забезпечення	15.10. Документація за вимогами перевіряючих державних структур	16.9. Показник збільшення переробки та вторинного використання відходів
														15.9. Інформація по змінам в управлінні ТКВ	16.8. Показник зниження загальної кількості ТКВ
1.5. Організаційні	2.9. Управління ТКВ	3.7. Оцінка зменшення впливу ТКВ на довкілля	4.6. Показники інформованості населення перебігом проєктів програми	5.9. Полігони ТКВ				9.9. Кошти Кіотського протоколу		11.10. Витрати на контроль за виконанням програми				15.8. Документація за вимогами перевіряючих екологічних організацій	16.7. Показник зниження загальної емісії
	2.8. Просвітницька діяльність														

Функціональний елемент "мета" $M_i = \{Pr_{ij}, Z_{ij}, Pl_{ij}, Rez_{ij}\}$ визначається множиною результатів впровадження регіональної програми поводження з відходами (Rez_{ij}) згідно з визначеним планом (Pl_{ij}) рішення завдань (Z_{ij}), спрямованих на розв'язання локальних проблем регіону (Pr_{ij}), визначених місцею програми, де j – кількість завдань i -го стейкхолдера.

Проблеми (Pr), які вирішуються програмою, можна поділити на екологічні (1.1) (забруднення відходами атмосфери, водоймищ, ґрунтів тощо); соціальні (1.2) (низький рівень культури населення з питань поводження з відходами, відсутність мотивації до реалізації програм, забруднення прибудинкової території); (1.3) законодавчі (неузгодженість української нормативно-правової бази з міжнародними стандартами; відсутність правових механізмів впровадження заходів рециклінгу та утилізації); (1.4) економічні (низький рівень конкурентоспроможності підприємств, що займаються питаннями збирання, сортування, утилізації, поховання відходів; малорозвинений ринок вторинних ресурсів; відсутні методики визначення ефективних цін; низький рівень використання відходів як вторинної сировини); (1.5) організаційні (неузгодженість дій підприємств-учасників – державних підприємств, житлово-комунальних господарств, перевізників, громадських організацій; неефективна організаційна структура); (1.6) політичні (зміна векторів політичного спрямування держави, зміни в законодавстві, зміни вищого керівного складу, як структурні так і особові).

Завдання (Z) найчастіше визначені регіональною проблемою, на вирішення якої спрямована програма. Поділимо на завдання, пов'язані з: (2.1) організацією збирання ТКВ, (2.2) утилізацією ТКВ, (2.3) зберіганням ТКВ, (2.4) перевезенням ТКВ, (2.5) знешкодженням ТКВ, (2.6) захороненням відходів, (2.7) із запобіганням утворенню відходів, (2.8) просвітницькою діяльністю, (2.9) управлінням ТКВ, (2.10) контролем за управлінням ТКВ.

Планування програми (Pl) дозволяє провести декомпозицію місії програми і включає загальні цілі програми (3.1); локальні цілі окремих

стейкхолдерів (3.2); завдання окремих стейкхолдерів (3.3); взаємозв'язки між стейкхолдерами (3.4); узгодження дій окремих стейкхолдерів (3.5); планування заходів екологічної безпеки (3.6); оцінка зменшення впливу ТКВ на довкілля (3.7); планування проєктів програми (3.8).

Результати програми R_{ez} доцільно визначати по декільком напрямкам – (4.1) екологічний результат (зниження загальної емісії); економічний результат (4.2) (відношенням отриманих від проєкту вигод до кількості використаних ресурсів); показники освоєного об'єму (4.3); соціальний результат (зниження рівня захворювання населення) (4.4); показники результативності (рівень задоволеності зацікавлених сторін до і після проєкту) (4.5); показники інформованості населення перебігом проєктів програми (4.6); показники допустимості (умови, які погодили зацікавлені сторони щодо вартісних показників програми, виражених в кількості вкладеного капіталу, гарантіях повернення інвестицій і затверджених планах розподілу потоку грошових коштів програми в часі) (4.7).

Ресурси програми $R_i = \{Or_{ij}, L_{ij}, T_{ij}, S_{ij}\}$ визначаються множиною елементів організаційних структур зацікавлених сторін реалізації проєктів програми (Or_{ij}) з певними ресурсами (L_{ij}) з відповідною логістикою (T_{ij}) та врахуванням додаткових соціальних ресурсів (P_{ij}), де j – кількість підзадач i -го стейкхолдера.

Організаційні структури реалізації програми (O_r) включають (5.1) муніципальний компетентний орган з управління твердими відходами, (5.2) органи державного екологічного управління, (5.3) виробники ТКВ (домашні господарства, офіси фірм, торгові підприємства, школи, лікарні тощо, промислові підприємства), (5.4) громадські організації і заклади освіти, (5.5) пункти збору вторинних ресурсів, (5.6) спеціалізовані транспортні підприємства, (5.7) сміттєпереробні підприємства, (5.8) сміттєсортувальні підприємства, (5.9) полігони, (5.10) житлово-експлуатаційні організації.

Для функціонального елемента "ресурси" (L) виділено 4 основних ознаки: (6.1) матеріальні ресурси; (6.2) фінансові ресурси; (6.3) трудові ресурси; (6.4)

волонтери та зацікавлені особи; (6.5) непрямі ресурси, що створюють опосередкований вплив на довкілля.

Функціональний елемент «логістика програми» (T_{ij}) включає (7.1) час, потрібний на доставку ТКВ; (7.2) час, потрібний на складування ТКВ; час, потрібний на рециклінг ТКВ (7.3); спеціалізовані транспортні засоби (7.4); оптимальний маршрут транспортування ТКВ (7.5); допустимі відхилення в часі при впровадженні логістики відходів (7.6).

До додаткових соціальних ресурсів (P_{ij}) доцільно зарахувати (8.1) бажання населення брати участь в проєктах програми поводження з відходами; (8.2) зацікавленість до співпраці між зацікавленими сторонами; (8.3) тиск міжнародної спільноти щодо виконання вимог міжнародного законодавства по відходам; (8.4) наявність міжнародного та вітчизняного досвіду з питань поводження з відходами; (8.5) готовність органів місцевого самоврядування та урядових структур підтримувати проєкти інших учасників ринку.

Фінансування програми $F_i = \{D_{ij}, G_{ij}, V_{ij}, Ef_{ij}\}$ визначається множиною джерел фінансування (D_{ij}) з певними грошовим потоком (G_{ij}), що забезпечує рівень необхідних витрат (V_{ij}) та одержання певної економічної ефективності (Ef_{ij}), де j – кількість підзадач i -го проєкту.

Для залучення фінансування з метою реалізації програмного коду (морфологічна ознака "джерела фінансування" D) фірма застосовує всі свої джерела, включно такі варіанти, як: економічні засоби підприємства, до яких належать валютні кошти підприємства, і частини грошових коштів, які далеко не входять до складу фондів (9.1) різної форми позикових коштів, у тому числі банківський кредит, торговий кредит, державний кредит, інвестиційний податковий кредит, кредит, який формується на ринку цінних паперів (9.2), вітчизняні та міжнародні інвестиції в варіанті безпосередніх іноземних інвестицій і портфельних іноземних інвестицій (9.3); лізинг, як вид фінансових послуг, що пов'язані з кредитуванням для придбання основних фондів (9.4); кошти з державного бюджету, залучені за бюджетною програмою Державного фонду охорони навколишнього природного середовища 2401250 «Поводження з

відходами та небезпечними хімічними речовинами» (9.5); кошти з регіонального бюджету для виконання регіональних програм (9.6); кошти з місцевого бюджету (9.7); кошти міжнародних фондів у вигляді грантів (9.8); кошти за схемою проєктів спільного впровадження (ПСВ) Кіотського протоколу (9.9); кошти громадських бюджетів місцевого самоврядування (9.10).

Грошовий потік (G) характеризується масштабом утворення ТКВ (10.1), екологічний податок на утворення відходів (10.2), плата за розміщення відходів (10.3), кошти за використання відходів як вторинної сировини (10.4), рух грошових потоків (10.5).

Рівень необхідних витрат (V) визначається витратами на збирання відходів (11.1), витратами на сортування відходів (11.2), витратами на переробку відходів (11.3), витрати на перевезення відходів (11.4), витрати на поховання відходів (11.5), витрати на проведення інформаційних заходів (11.6), витрати на управління програмою (11.7), витрати на контроль за станом довкілля (11.8), витрати на оплату екологічних збитків (11.9), витрати на контроль за виконанням програми (11.10).

Показники економічної ефективності регіональної програми поводження з відходами (E_f) включають чисті дисконтовані грошові потоки (12.1); чиста теперішня вартість (12.2); коефіцієнт вигоди – затрати (12.3); внутрішня норма дохідності (12.4); період окупності (12.5); ефективність витрат (12.6).

Інформація для впровадження інноваційних методів управління (екологічної логістики та екологічного краудсорсингу) $I_i = \{Id_{ij}, Tex_{ij}, Dok_{ij}, Irez_{ij}\}$ визначається множиною учасників програми (Id_{ij}) з певними цінностями та знаннями (Tex_{ij}), множина необхідної інформації (Dok_{ij}), яка дозволяє здійснювати аналіз результативності програми ($Irez_{ij}$), де j – кількість підзадач i -го сейкхолдери.

Множина учасників програми (I_d) характеризується їх юридичним статусом (13.1); джерелами фінансування (13.2); (13.3) кількістю учасників і волонтерів; (13.4) рівнем впливу на довкілля; рівнем комунікацій (13.5).

Показники цінностей і знань зацікавлених сторін (T_{ex}) визначаються стратегічною місією організації (14.1); критеріями ціннісних показників (14.2); рівнем екологічних знань (14.3); рівнем знань про поводження з відходами (14.4); фаховими компетенціями членів та/або працівників (14.5); кількістю засобів телекомунікаційного зв'язку (14.6); кількістю одиниць обладнання для здійснення комунікацій (принтер, сканер тощо) (14.7); кількістю одиниць спеціально розробленого програмного забезпечення (14.8).

Множина необхідної інформації (Dok_{ij}) включає вхідну документацію (15.1), інформацію по кожній фазі життєвого циклу програми (15.2), звіти описові (15.3), звіти фінансові (15.4), інформація по обсягам утворених відходів (15.5), інформація по впливам на довкілля (15.6), інформація по комунікаціям між зацікавленими сторонами (15.7), документація за вимогами контролюючих екологічних організацій (15.8), інформація по змінам в управлінні ТКВ (15.9), документація контролюючих державних структур (15.10).

Інформація про результативність програми ($Irez_{ij}$) включає екологічні показники програми (16.1), економічні показники (16.2), соціальні показники (16.3), інтегрований показник ефективності (16.4), локальні показники на окремих фазах життєвого циклу (16.4), показники досягнення мети програми (16.5), показники ефективності проєкту в програмі (16.6), показник зниження загальної емісії (16.7), показник зниження загальної кількості ТКВ (16.8), показник збільшення переробки та вторинного використання відходів (16.9); показник збільшення рівня культури населення щодо ТКВ (16.10).

Результативність проєкту визначається ефективністю досягнення мети з використанням потрібних ресурсів та фінансування проєктів програми в системі інформаційного супроводу здійснення проєктивної діяльності.

Ефективність програми є динамічним показником $E=f(Rez)$, визначається еколого-економічними показниками протягом всього життєвого циклу проєкту/програми і регулюється системою моніторингу та контролю оцінок проєкту. Якщо умовно позначити варіант 1.1 через x_{11} , варіант 1.2 через x_{12}

тощо, тоді модель програми можна представити у вигляді морфологічної множини (2.17):

$$PP = M \cup R \cup F \cup I, \quad (2.17)$$

$$PP = \left[\begin{array}{l} M = \left\{ \begin{array}{l} x_{1.1}, x_{1.2}, x_{1.3}, x_{1.4}, x_{1.5}, x_{1.6} \\ x_{2.1}, x_{2.2} \\ x_{3.1}, x_{3.2}, x_{3.3}, x_{3.4}, x_{3.5}, x_{3.6}, x_{3.7}, x_{3.8} \\ x_{4.1}, x_{4.2}, x_{4.3}, x_{4.4}, x_{4.5}, x_{4.6}, x_{4.7} \end{array} \right. \cup R = \left\{ \begin{array}{l} x_{5.1}, x_{5.2}, x_{5.4}, x_{5.5}, x_{5.6}, x_{5.7}, x_{5.8}, x_{5.9}, x_{5.10} \\ x_{6.1}, x_{6.2}, x_{6.3}, x_{6.4} \\ x_{7.1}, x_{7.2}, x_{7.3}, x_{7.4}, x_{7.5}, x_{7.6} \\ x_{8.1}, x_{8.2}, x_{8.3}, x_{8.4}, x_{8.5} \end{array} \right. \cup \\ F = \left\{ \begin{array}{l} x_{9.1}, x_{9.2}, x_{9.3}, x_{9.4}, x_{9.5}, x_{9.6}, x_{9.7}, x_{9.8}, x_{9.9} \\ x_{10.1}, x_{10.2}, x_{10.3}, x_{10.4}, x_{10.5}, x_{10.6}, x_{10.7}, x_{10.8}, x_{10.9} \\ x_{11.1}, x_{11.2}, x_{11.3}, x_{11.4}, x_{11.5}, x_{11.6}, x_{11.7}, x_{11.8}, x_{11.9} \\ x_{12.1}, x_{12.2}, x_{12.3}, x_{12.4}, x_{12.5}, x_{12.6} \end{array} \right. \cup I = \left\{ \begin{array}{l} x_{13.1}, x_{13.2}, x_{13.3}, x_{13.4}, x_{13.5}, x_{13.6}, x_{13.7} \\ x_{14.1}, x_{14.2}, x_{14.3}, x_{14.4}, x_{14.5}, x_{14.6}, x_{14.7}, x_{14.8} \\ x_{15.1}, x_{15.2}, x_{15.3}, x_{15.4}, x_{15.5}, x_{15.6}, x_{15.7}, x_{15.8} \\ x_{16.1}, x_{16.2}, x_{16.3}, x_{16.4}, x_{16.5}, x_{16.6}, x_{16.7}, x_{16.8} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Оскільки метод оснований на морфології об'єктів, він дозволяє системно аналізувати різні структури системи управління регіональною програмою поводження з ТКВ для різних зацікавлених сторін:

Морфологічна модель для державних структур має вигляд:

$$[(x_{1.3}, x_{1.4}, x_{1.6}, x_{2.1}, x_{2.9}, x_{2.10}, x_{3.1}, x_{3.5}, x_{3.7}, x_{3.8}, x_{4.1}, x_{4.7}) + (x_{5.1}, x_{5.2}, x_{6.2}, x_{8.2}, x_{8.5}) + (x_{9.3}, x_{9.6}, x_{9.7}, x_{10.1}, x_{10.2}, x_{11.7}, x_{11.8}, x_{11.9}, x_{11.10}, x_{12.6}) + (x_{13.5}, x_{14.6}, x_{14.7}, x_{14.8}, x_{15.1}, x_{15.6}, x_{15.10}, x_{16.1}, x_{16.8}, x_{16.9})] \quad (2.18)$$

Тобто, основними проблемами, що вирішуються під час виконання проєкту є (x_{1.3}) законодавчі (неузгодженість української нормативно-правової бази з міжнародними стандартами; відсутність правових механізмів впровадження заходів рециклінгу та утилізації), (x_{1.4}) економічні (низький рівень конкурентоспроможності підприємств, що займаються питаннями збирання, сортування, утилізації, поховання відходів; малорозвинений ринок вторинних ресурсів та (x_{1.6}) політичні (зміна векторів політичного спрямування держави, зміни в законодавстві, зміни вищого керівного складу, як структурні так і

особові). Завдання, які найчастіше визначені регіональною проблемою, пов'язані з: ($x_{2.1}$) організацією збирання ТКВ, ($x_{2.9}$) управлінням ТКВ, ($x_{2.10}$) контролем за управлінням ТКВ. Планування програми включає загальні цілі програми ($x_{3.1}$); узгодження дій окремих стейкхолдерів ($x_{3.5}$); оцінка зменшення впливу ТКВ на довкілля ($x_{3.7}$); планування проєктів програми ($x_{3.8}$). Результати програми – ($x_{4.17}$) екологічний результат (зниження загальної емісії); показники допустимості (умови, які погодили зацікавлені сторони щодо вартісних показників програми, виражених в кількості вкладеного капіталу, гарантіях повернення інвестицій і затверджених планах розподілу потоку грошових коштів програми в часі) ($x_{4.7}$). Організаційні структури реалізації програми включають ($x_{5.1}$) муніципальний компетентний орган з управління твердими відходами, ($x_{5.2}$) органи державного екологічного управління. Для ресурсів відносять ($x_{6.2}$) фінансові ресурси. До додаткових соціальних ресурсів доцільно зарахувати ($x_{8.2}$) зацікавленість до співпраці між зацікавленими сторонами та ($x_{8.5}$) готовність органів місцевого самоврядування та урядових структур підтримувати проєкти інших учасників.

Для залучення фінансування застосовуються всі джерела, до яких належать вітчизняні та міжнародні інвестиції в варіанті безпосередніх іноземних інвестицій і портфельних іноземних інвестицій ($x_{9.3}$); кошти з регіонального бюджету для виконання регіональних програм ($x_{9.6}$); кошти з місцевого бюджету ($x_{9.7}$). Грошовий потік характеризується масштабом утворення ТКВ ($x_{10.1}$), екологічний податок на утворення відходів ($x_{10.2}$). Рівень необхідних витрат визначається витратами на управління програмою ($x_{11.7}$), витратами на контроль за станом довкілля ($x_{11.8}$), витратами на оплату екологічних збитків ($x_{11.9}$), витратами на контроль за виконанням програми ($x_{11.10}$). Показники економічної ефективності регіональної програми поводження з відходами включають ефективність витрат ($x_{12.6}$).

Множина учасників програми характеризується рівнем комунікацій ($x_{13.5}$).

Показники цінностей і знань зацікавлених сторін визначаються кількістю засобів телекомунікаційного зв'язку ($x_{14.6}$); кількістю одиниць обладнання для

здійснення комунікацій (принтер, сканер тощо) ($x_{14.7}$); кількістю одиниць спеціально розробленого програмного забезпечення ($x_{14.8}$).

Множина необхідної інформації включає вхідну документацію ($x_{15.1}$), інформація по впливам на довкілля ($x_{15.6}$), документація перевіряючих державних структур ($x_{15.10}$). Інформація про результативність програми включає екологічні показники програми ($x_{16.1}$), показник зниження загальної кількості ТКВ ($x_{16.8}$), показник збільшення переробки та вторинного використання відходів ($x_{16.9}$);

Морфологічна модель для бізнес-структур:

$$[(x_{1.1}, x_{1.4}, x_{1.5}, x_{2.1}, x_{2.2}, x_{2.3}, x_{2.4}, x_{2.5}, x_{2.6}, x_{2.7}, x_{3.6}, x_{4.2}) + (x_{5.5}, x_{5.6}, x_{5.7}, x_{5.8}, x_{5.9}, x_{5.10}, x_{6.1}, x_{6.3}, x_{7.1}) + (x_{9.1}, x_{9.2}, x_{10.3}, x_{10.5}, x_{11.1}, x_{11.2}, x_{11.3}, x_{11.4}, x_{11.5}, x_{12.5}) + (x_{13.4}, x_{14.1}, x_{14.2}, x_{15.1}, x_{15.6}, x_{16.2}, x_{16.7})]. \quad (2.19)$$

Морфологічна модель для громадських організацій:

$$[(x_{1.2}, x_{2.8}, x_{3.2}, x_{4.4}, x_{4.5}, x_{4.6}) + (x_{5.3}, x_{5.4}, x_{6.4}, x_{8.1}) + (x_{9.8}, x_{9.5}, x_{9.9}, x_{9.10}, x_{11.6}) + (x_{13.1}, x_{13.2}, x_{13.3}, x_{14.3}, x_{14.4}, x_{14.5}, x_{15.1}, x_{15.7}, x_{15.8}, x_{16.3}, x_{16.10})]. \quad (2.20)$$

Таким чином, розглянутий підхід дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми здійснення кожною із зацікавлених сторін сценаріїв виконання місії програми, які витікають із закономірностей будови (морфології) регіональної програми поводження з відходами, що реалізуються з системною моделлю управління програмою. Системна модель доповнена морфологічною матрицею дозволяє формувати морфологічні формули для управління програмою поводження з відходами. Проведені дослідження дозволяють розробити інтегровану стратегію управління системою поводження з твердими комунальними відходами з урахуванням інтересів зацікавлених сторін. Впровадження моделі регіональної програми поводження з відходами передбачає аналіз динаміки обсягу ТКВ та їх вплив на довкілля та проведення експериментальних досліджень із застосуванням різних фізико-хімічних методів.

2.5. Фізико-хімічні методи для проведення експериментальних досліджень

2.5.1. Методи визначення морфологічного складу твердих комунальних відходів

Морфологічний склад ТКВ впливає на їх фізико-хімічні властивості та визначає схему підготовки відходів для утилізації чи рекуперації. При аналізі морфологічного складу ТКВ визначають такі елементи, як: макулатура, метал, скло, пластмаса, харчові відходи, будівельне сміття, текстиль, дерево, гума, шкіра, кістки тощо. Склад ТКВ є різномірним і залежить від сполучення компонентів між собою або незалежних взаємопов'язаних факторів. Існує декілька методик визначення морфологічного складу твердих комунальних відходів.

Методика визначення морфологічного складу відходів гравіметричним методом приведена в [204]. При визначенні морфологічного складу відходів у контейнерах використовують методику, розроблену ОНТІ АКХ ім. К.Д. Памфілова [205], з врахуванням наступних змін [206].

З метою надання методичної допомоги при проведенні розрахунків техніко-економічних обґрунтувань проєктів застосування інноваційних методів та технологій для управління побутовими відходами затверджено методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів [207], які дозволяють визначити кількість окремих компонентів у складі твердих побутових відходів для впровадження сучасних ефективних технологій та довгострокового прогнозування обсягів утворення вторинної сировини. Відповідно цієї методики морфологічний склад ТКВ рекомендується визначати за класифікацією - харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластик, пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; дерево; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки; шкіра; гума; залишок ТКВ після вилучення компонентів (дрібнобудівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо) [208, 209].

В той самий час ця методика має ряд недоліків. В ній не враховується система поводження з відходами при рекуперації, часткової утилізації, відсутні підходи прогнозування динаміки змін кількості ТКВ.

Аналіз морфологічного складу ТКВ проводився шляхом тестових натурних замірів та аналітичними методами. Основними вимогами є відбір представницьких проб, які забезпечать достовірність початкових даних, які будуть репрезентативними для дослідного масиву, а також статистичну обробку та аналіз даних шляхом наданих з визначенням середньої величини, характеристик вірності і можливих проміжків середніх значень вимірюваних величин.

Натурні заміри та дослідження проводилися спеціальною мобільною лабораторією на місцях накопичення побутових відходів в місцях конструкції сміттєзбиральних майданчиків із застосуванням мобільної лабораторії на підставі автомобіля (ЗАЗ 1155), оснащеної спеціальним зважувальним, просіювальним та іншим обладнанням. Ключовими умовами при цьому є відбір представницьких проб, які гарантують отримання достовірних початкових даних, які будуть репрезентативними для досліджуваного масиву, та статистична обробка і аналіз даних з визначенням середньостатистичних показників, достовірності і вірогідних інтервалів середніх значень вимірюваних величин. Варто відзначити, що для більш надійного знаходження морфологічного складу ТКВ дослідження проводили в чотири сезони року, не рідше одного разу на 3 роки, з перешкоджання проходу до контейнерів сторонніх осіб (для виключення вилучення з них ресурсоцінної компоненти). Крім цього, проаналізовані дані про складування відходів (розмір, структура, період, місце складування, клас небезпеки тощо), а крім того про погодні, ґрунтово-геологічні та інші природні умови області розміщення полігону [206].

Необхідно враховувати, що за період проведення досліджень морфологічний склад відходів змінювався, в основному, за рахунок збільшення кількості пластикових пляшок, тари; змінилася система збору відходів за допомогою скорочення безконтейнерного способу збору ТКВ; розширився реєстр

предметів утворення ТКВ. Змінилося вимоги до морфологічного складу ТКВ, які характеризують зміст і ймовірні обсяги відбору та вживання цінних інгредієнтів ТКВ, що є основою для вторинного використання відходів [210].

При аналітичних методах досліджень проводилися дослідження та аналіз дослідних даних про чисельність мешканців та об'єми накопичення відходів, а також Норм утворення ТПВ у м.Житомирі та області на 2014 – 2019 р.р. Методика статистичного опрацювання натурних замірів та експериментальних досліджень обсягів накопичення ТКВ на об'єктах їх утворення в м.Житомирі передбачає систематизацію та вибракування показників з випадковими несистематичними граничними відхиленнями. Далі проводиться статистичний аналіз експериментальних даних із визначенням середніх значень дослідних величин, показників точності досліджень, середньостатистичних величин, їх вірогідних інтервалів тощо [207].

Таким чином, для проведення досліджень використовували комплексні методи, які включають аналіз статистичних даних та звітних матеріалів, проектно-технічну документацію, натурні санітарно-топографічні та санітарно-гігієнічні обстеження, методи математичного моделювання та ін. Визначення норм накопичення і морфологічного складу відходів проводилося відповідно до нормативних вимог [207, 208].

2.5.2. Методика визначення складу проб водних об'єктів (інфільтрату з відстійників) звалищ

Забруднення водного середовища контролюється відбором проб води та хімічним аналізом з поверхневих водойм й свердловин, які утворенні за контуром дослідного об'єкта. Для оцінки ступеня впливу фільтрату на водну екосистему, оцінки якості води та фільтрату, виявлення тенденцій та закономірностей їх змін необхідне дослідження процесів змін гідросфери місцевості під впливом фільтрату полігону. Це, у свою чергу, сприяє дослідженню екологічного стану полігону, здійсненню контролю за якістю фільтраційних вод в них, проведенню природоохоронних заходів з метою покращання стану довкілля.

Хімічний аналіз результатів дослідження виконувався на базі Державної екологічної інспекції Поліського округу відповідно до уніфікованих методів дослідження якості вод [211-214].

До Переліку методик (табл. 2.8) входять відомості про виконання вимірювань і дослідження складу та властивостей проб об'єктів довкілля (скидів, відходів, викидів), розроблених на замовлення Міністерства екології та атестованих Державним науковим метрологічним центром Держспоживстандарту України - Державним підприємством Всеукраїнським державним науково-виробничим центром стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів.

Для експрес-вимірювань показників складу та властивостей проб вод у процесі досліджень було також використано уніфіковані методи дослідження якості вод для таких показників: температура, запах, кольоровість, прозорість, осад, реакція рН, хлориди, лужність, мідь, кобальт, кадмій, свинець, цинк, докладний опис яких наведено в "Унифицированных методах анализа вод" под ред. д.х.н. Ю.Ю. Лурье [215].

Похибка вимірювань, залежно від конкретної методики, визначається як границя абсолютної похибки (Δ), границя відносної похибки (δ), середнє квадратичне відхилення (σ), довірчі границі похибки (ϵ), невиключена складова систематичної похибки (θ), допустима розбіжність результатів паралельних вимірювань (d), допустиме відхилення від середнього арифметичного результату паралельних вимірювань в умовах збіжності (d_c), допустима відтворюваність результатів повторних вимірювань (D), допустиме відхилення від середнього арифметичного результатів повторних вимірювань в умовах відтворюваності (D_c) за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Перелік використаних методик вимірювання

№	Показник назва	Назва та позначення методики вимірювання	Одиниці вимірюва ння	Діапазон і похибка вимірювань
1	Сухий залишок	МВВ № 081/12-0109-03 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика визначення масової концентрації сухого залишку (розчинених речовин) гравіметричним методом	мг/дм ³	50 – 1000 $\Delta = \pm (5 - 50)$
2	Сульфати	КНД 211.1.4.026-95. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Метрологическое обеспечение. Методика турбидиметрического определения сульфат-ионов в очищенных сточных водах	мг/дм ³	10 – 1000 $\Delta = \pm (2,5 - 100)$
3	Хімічне споживання кисню (ХСК)	КНД 211.1.4.021-95. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах	мгО/дм ³	5 – 10000 $\Delta = \pm (0,7 - 800)$
4.	Біохімічне споживання кисню (БСК)	КНД 211.1.4.024-95. Методика определения биохимического потребления кислорода после n дней (БСК) в природных и сточных водах	мгО ₂ /дм ³	3 – 10000 $\Delta = \pm (0,21 - 700)$
5.	Фосфати (ортофосфати , фосфор фосфатів)	КНД 211.1.4.043-95 Методика фотометричного визначення фосфатів у стічних водах	мг/дм ³	2 – 500 $\Delta = \pm (0,14 - 34)$
6.	Амоній (азот амонійний, аміак)	КНД 211.1.4.030-95. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах	мг/дм ³	0,15 – 5 $\Delta = \pm (0,071 - 1,22)$
7.	Нітрити	КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах	мг/дм ³	0,03 – 10 $\Delta = \pm (0,009 - 2)$
8.	Нітрати	КНД 211.1.4.027-95. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених водах	мг/дм ³	0,5 – 110 $\delta = \pm (48 - 25)$
9.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95. Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах	мг/дм ³	5 – 5000 $\delta = \pm (20 - 10)$
10.	Залізо	КНД 211.1.4.034-95. Методика фотометричного визначення загального заліза з ртофенантроліном в поверхневих та стічних водах	мг/дм ³	0,1 – 100 $\Delta = \pm (0,018 - 0,14\sqrt{r})$

2.5.3. Методика визначення показників складу ґрунту поблизу звалища

Проведено аналіз показників складу ґрунту поблизу звалища шляхом оцінювання впливу діючого полігону на ґрунту. При виконанні інженерно-геологічної оцінці ґрунтів, особливо глинистих, дуже важливо мати уявлення про їхній хімічний склад і, зокрема, про склад водорозчинних сполук [216].

Відбір проб та вимірювання ґрунтів проведено до чинних нормативних документів та стандартних методик [213]. Склад і вміст легкорозчинних солей варто визначати за результатами аналізів водних витяжок за наступними стандартами: сухий залишок і рН - за ГОСТ 26423 [217], іонів карбонатів і бікарбонатів - за ГОСТ 26424 [217], іона хлориду - аргентометричним методом або іонометричним титруванням за ГОСТ 26425 [217], іона сульфату - ваговим способом за ГОСТ 26426 [217], іонів кальцію й магнію - комплексометричним методом за ГОСТ 26428 [217], іонів калію й натрію - за ГОСТ 26427 [217] із застосуванням полум'яного фотометра. Для вивчення водорозчинних солей у ґрунтах широке застосування набув метод аналізу водної витяжки при різних співвідношеннях "ґрунт–вода". Для аналізу водної витяжки можуть бути використані об'ємний, ваговий, фотоколориметричний та спектральний методи визначення речовини. Найбільше широко при вивченні водорозчинних солей ґрунту застосовуються об'ємний та ваговий методи. показника кислотно-основних властивостей ґрунту (або реакції середовища) рН є потенціометричні методи. Визначення карбонатів у ґрунтах газометричним методом за допомогою кальциметра.

2.5.4. Методика визначення впливу звалища твердих побутових (комунальних) відходів на гідрохімічний режим прилеглих територій

Склад води підземних джерел та ступінь її забруднення залежить від різних причин: глибини, з якої відбирається вода, структури ґрунтів, місця розташування промислових підприємств, звалищ, сільськогосподарських полів тощо. Контроль якості води вівся за 11 показниками: запах; кольоровість;

мутність; рН; лужність; загальна твердість; азот амонійний; нітрати; нітрити; сульфати; вміст кальцію.

Відбір проб фільтрату здійснювався в місцях постійних гідробіологічних спостережень з метою оцінки впливу на підземні та поверхневі води та досліджувався одночасно з відбором гідрохімічних проб. Дослідження охоплювали 4 сезони року. Придбання репрезентативних наданих для оцінювання структурно-функціональних даних фільтрату, динаміки його зміни вимагав відбору експериментів двічі в квартал. Контроль проводився в чітко поставлений час. Переважно відповідним був часовий проміжок в 2 години.

На звалищі відходів для врахування вертикальної динаміки фільтрату і зменшенні похибки з переміщенням в товщі ґрунту, були відібрані через кожен метр водної товщі проби.

Одна проба фіксувалася, а інша використовувалася для дослідження оцінки фільтрату на полігоні. Проводити справжні дослідження було вкрай необхідно, тому фіксуванні ймовірно пошкодження деяких морфологічних даних фільтрату, які є відмінними регулярними ознаками [214, 218-223].

Контроль експериментів для кількісного знаходження фільтрату проводився батометром Рутнера. З огляду, що одночасно з відбором фільтрату відбиралися мікробіологічні, токсикологічні, гідрохімічні проби – переважно застосовним є розмір батометра 3-5 дм³ [224].

Таким чином, для аналізу впливу ТКВ на довкілля застосували фізико-хімічні методи для проведення експериментальних досліджень, які дозволяють визначити морфологічний склад ТКВ, склад проб водних об'єктів (інфільтрату з відстійників), показники складу ґрунту поблизу звалища, вплив звалища ТКВ на гідрохімічний режим прилеглих територій. Для обробки експериментальних даних та прогнозування стану системи поводження з відходами будемо використовувати методи математичного та імітаційного моделювання.

2.6. Методи математичного та імітаційного моделювання для обробки експериментальних даних та прогнозування стану системи поводження з відходами

Прогнозування динаміки накопичення відходів є на сьогодні перспективним дослідженням як з практичної, так і з наукової точки зору. Дуже важливо розробити інструмент, який дозволяє в стислі терміни прогнозувати процеси накопичення відходів в регіоні. Такий прогноз дозволяє передбачити зміни впливу на довкілля, а потім, на їх основі, знайти оптимальні варіанти заходів раціонального природокористування та використання в ТКВ регіону.

В екологічних дослідженнях використовуються усі доступні підходи прогнозного моделювання. Математичні методи прогнозування широко застосовуються для дослідження і прогнозування екологічних процесів пов'язаних з діяльністю людини, що вимагає більш досконалого дослідження [225, 226]. За допомогою методів математичного прогнозування і моніторингу довкілля вирішуються такі проблеми, як стійкість екологічних підсистем, динаміка зміни стану довкілля тощо [227]. Проблемам математичного моделювання та автоматизації процесів організації екологічними системами та параметрами присвячено роботи Ковальчук П.І. [228], Литвина В.А. [229], Палій П.Б., Шмандія В.М. [230], Гладкий А.В., Скопецький В.В. [231], Самойленко В.М. [232], Масікевич Ю. Г., Шестопалов О. В., Негадайло А. А. [233], Лавров В. В [234], Різніченко Г. Ю. [235] та ін.

Існує ряд методологічних підходів до моделювання накопичення ТКВ: компонентні моделі; моделі за чинниками та статистичні моделі. У компонентних моделях накопичення відходів оцінюється за даними про використання продукції, про продажі, про фактичне споживання продуктів. Моделі за чинниками засновані на аналізі факторів, які описують процеси накопичення відходів. Приклади використаних параметрів – дохід на сім'ю, тип житла, тип опалення тощо. Статистичні моделі описують статистичні закономірності зміни обсягів накопичення ТКВ.

Під час вибору методу математичного прогнозування обсягів накопичення ТКВ використовуємо кореляційно-регресійний аналіз. Регресійні математичні моделі складається з характеристик даного об'єкта (що вивчаються) – $Y = (y_i)$ та характеристик зовнішніх умов (які змінюються) – $X = (x_i)$.

У загальному випадку така модель має вигляд:

$$Y = f(x) + \varepsilon, \quad (2.21)$$

де f – функція, ε – випадкова складова.

Отже, математична модель технологічного процесу визначається функцією чи системою функцій, що описують кореляційно–регресійний зв'язок між технологічними факторами, один чи кілька з яких є залежною (пояснюваними) змінною, а решта – незалежними (пояснюючими).

Математична модель також може містити тотожності. У загальному вигляді вона виглядає:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m, \varepsilon), \quad (2.22)$$

де y – залежна змінна;

$x_i, (j = 1, \dots, m)$ – незалежні змінні,

ε – стохастична складова, що надає моделі стохастичність і дозволяє забезпечити певні вимоги до статистичної інформації: досить значний обсяг спостережень; однорідність сукупності спостережень; точність вхідних даних.

Вибір вигляду регресійної чи багатофакторної моделі дозволяє знайти аналітичний вираз, який найкраще відображував би зв'язок факторних ознак з результатом. Найбільш поширеними методами оцінки параметрів математичної моделі є метод найменших квадратів (МНК) та його модифікації.

Сума квадратів відхилень S (дисперсія), визначається залишками, що обчислюються згідно з:

$$S = Y - \hat{Y}. \quad (2.23)$$

де Y, \hat{Y} – експериментальне та розрахункове значення вихідної змінної.

Критерій оцінки параметрів: $S \rightarrow \min$.

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i)^2. \quad (2.24)$$

то

$$\begin{cases} \frac{\partial (\sum_{i=1}^n \sigma_i^2)}{\partial a_0} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i) = 0; \\ \frac{\partial (\sum_{i=1}^n \sigma_i^2)}{\partial a_1} = -2 \sum_{i=1}^n x_i (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i) = 0. \end{cases} \quad (2.25)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення,

a_0, a_1, \dots , – коефіцієнти поліноміальних моделей.

Скористаємося матричним записом моделі:

$$Y = X \cdot A + \varepsilon. \quad (2.26)$$

Параметри багатofакторної моделі обчислюють за формулою:

$$A = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (2.27)$$

де X – матриця незалежних змінних;

X^T – транспонована матриця X ;

Y – вектор значень залежної змінної.

Функція (2.24) дозволяє описати, наприклад, динаміку обсягів накопичення ТКВ в Житомирській області та виконати апроксимацію їх кількості поліномом n -го ступеня.

$$C_x = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cdot N_r^i, \quad (2.28)$$

де C_x – кількість компонентів відходів,

a_0 – коефіцієнти поліному,

n – ступінь поліному,

N_r^i – змінна, яка характеризує час, наприклад, рік вимірювання.

Перевірка на значущість оцінок параметрів регресійної моделі базується на нормальному розподілі МНК–оцінок за t -критерієм Ст'юдента або за допомогою довірчих (надійних) інтервалів або інтервалів довіри. Зміст цього полягає у визначенні інтервалу, у межах якого знаходиться параметр з певною (заданою) ймовірністю. Для дослідження технологічних процесів найчастіше використовують 95 % імовірнісні інтервали (рівень значущості або ймовірність помилки $\alpha = 5\%$).

Адекватність моделей перевіряється за критерієм Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_{\{y\}}^2}, \quad (2.29)$$

де S_{ad}^2 – дисперсія адекватності:

$$S_{ad}^2 = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{f}, \quad (2.30)$$

де f – значення числа ступенів свободи: $f = N - (k + 1)$,

N – кількість експериментів,

k – число факторів,

$S_{\{y\}}^2$ – дисперсія параметра оптимізації:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N s_j^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2}{N-1}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{N}, \quad (2.31)$$

де \bar{y} – середнє значення по Y ,

n – кількість повторень експерименту.

Отже, використання кореляційно-регресійного аналізу для обробки результатів дослідження дозволить одержати поліноміальні моделі, які описують залежно від параметрів стану довкілля, від стану системи управління відходами, а саме, динаміку обсягів накопичення відходів у часі, зміни морфологічного стану відходів, моделі впливу ТКВ на стан водних ресурсів та

грунт прилеглих територій. Для прогнозування обсягів та морфологічного складу відходів будемо використовувати методи імітаційного моделювання.

Для розробки імітаційної моделі доцільно використати програму імітації моделювання AnyLogic 7, яка має всі без винятку матеріали для об'єктно-орієнтованої структури в динаміці. AnyLogic має безліч переваг: можливість доставляти модифікації, вводити їх в хмари, анімувати й об'єднувати з іншими програмними об'єктами [236-239].

Таким чином, для математичного та імітаційного моделювання для обробки експериментальних даних та прогнозування стану системи поводження з відходами використовують методи лінійного аналізу.

Висновки до розділу 2

Застосування системного аналізу дозволило розробити системну модель управління процесом поводження з відходами, що переводить вхідний стан системи $x(s)$ у вихідний $y(s)$ за допомогою керуючих впливів $u(s)$ за умови наявності зовнішніх обмежень $v(s)$ і урахування ризиків некерованих впливів $z(s)$. Множини вхідних параметрів включають множину якісних та кількісних показників ТКВ; множину методів поводження з відходами, які можуть реалізовуватися в об'єднаних територіальних громадах; множину зацікавлених сторін системи поводження з ТКВ об'єднаних територіальних громад. Вихідними параметрами системи є еколого-економічні показники системи поводження з ТКВ об'єднаної територіальної громади.

Як показали результати SWOT-аналізу, найбільш сильною стороною впровадження сучасної системи поводження з відходами є збільшення кількості бізнес-структур, які готові й спроможні впроваджувати сучасні методи утилізації ТКВ. Найслабшою стороною є низька ефективність існуючої системи управління відходами в області. Зовнішні можливості, які сприяють змінам є наявність сучасних інноваційних методів управління в органах державної влади і місцевого самоврядування. Найбільшою загрозою є відсутність комунікації та узгодження

дій між зацікавленими сторонами під час вирішення проблеми.

Запропонована концептуальна модель впровадження екологічно-безпечної інноваційної логістичної системи управління відходами, що включає залучення координаційного агента, як відокремленого суб'єкту господарювання, який забезпечує управління відходами шляхом створення на будь-якій території. Впровадження логістичного підходу в регіональних програмах поводження з відходами охоплює весь життєвий цикл ТКВ від утворення до створення нового продукту або подальшої утилізації, чи безпечного утримання в довкіллі. Основна умова впровадження системи управління відходами – будь-які технології та заходи, в тому числі скорочення кількості відходів, їх рекуперація чи утилізація, поховання, тощо розроблюють комплексно з доповненням один одного.

Розроблена морфологічна матриця регіональної програми поводження з відходами дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми здійснення кожною із зацікавлених сторін сценаріїв виконання місії програми, які витікають із закономірностей будови (морфології) регіональної програми поводження з відходами, що реалізуються з системною моделлю управління програмою. Системна модель доповнена морфологічною матрицею, яка дозволяє формувати морфологічні формули для управління програмою поводження з відходами.

Для проведення досліджень використовували комплексні методи, які включають аналіз статистичних даних та звітних матеріалів, проєктно-технічну документацію, натурні санітарно-топографічні та санітарно-гігієнічні обстеження, методи математичного моделювання тощо. Для обробки результатів експериментальних даних та прогнозування стану системи поводження з відходами використовували методи математичного та імітаційного моделювання, методи лінійного програмування, експертні оцінки та динамічні системи.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ (НА ПРИКЛАДІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

3.1. Особливості управління твердими комунальними відходами у Житомирській області та Житомирських об'єднаних територіальних громад

Житомирський регіон розміщений в центральній частині Полісся. Область розташована в центральній частині Поліської низовини на лесових підвищених рівнинах у північно-західній частині України (рис.3.1). Область займає 4,9 % площі України (становить 29900 км²). Відстань між крайніми громадами області з 170 до 230 км [240].

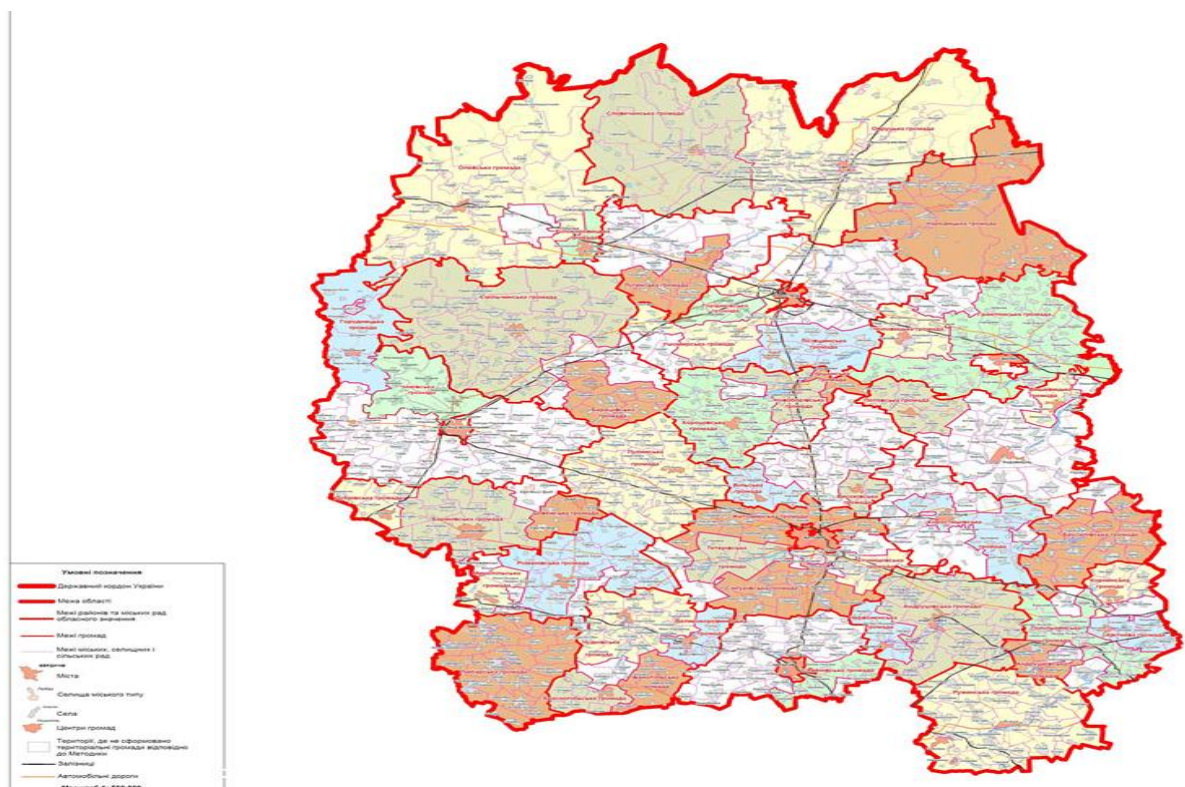


Рисунок 3.1 – Схематичне зображення Житомирської області [240]

Житомирська область була створена 22.09.1937 р. з обласним центром в місті Житомир. До складу області входить 56 об'єднаних громад, 23 райони, 5 міст обласного підпорядкування, 6 – районного, 43 селища міського типу, 1619 сіл [240-242]. Житомирська громада відіграє важливу економічну та науково-культурну роль в усьому поліському регіоні Волині і є в ньому найбільшим. З 1937 року м. Житомир – адміністративний центр Житомирської області. Місто (рис. 3.1) розміщено між Поліської та Лісостепової зон. Майже з усіх боків Житомирську об'єднану територіальну громаду оточують старовинні лісові масиви, через місто протікають річки Тетерів, Кам'янка Лісова і Кам'янка Польова, Крошенка, Путятинка. Територія міста має загальний ухил до долини річки Тетерів. Історично в мегаполісі склалися ділянки розселення: Центр, Мальованка, Корбутівка, Богунія, Хмільники, Польова, Мар'янівка, Східний, які різні за характером та забудовою.

Сучасна Житомирська ОТГ – це територією в 60,1 м², яка має в підпорядкуванні одне село та місто обласного значення з двома районами: Богунський і Корольовський. Кількість наявного населення Житомирської об'єднаної територіальної громади становить приблизно 267 тис. осіб [243] і останнім часом має тенденцію до зменшення (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Основні показники соціально-економічного розвитку Житомирської об'єднаної територіальної громади за 2009–2018 роки [244]

Чинники	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Чисельність населення, тис. чол	271,8	271,9	271,3	270,9	269,9	267,6	266,9	265,24
Житловий фонд міста, тис. м ²	5386	5387	5393	5372	5389	5398	5482	5491
Промислове виробництво, млн грн	4119,5	6621,8	6943,4	8008,9	5348,6	5938	6102,2	6009,2
Роздрібна торгівля, млн грн	3445	3698,5	4047,1	4731,2	10845,1	11693	11205,3	11786,3
Доходи, млн грн	11034,5	13055	13473,5	14407	18034	19521	20536,3	22036,3
Відходи міста, м ³	452689,2	469610,6	502268,6	527884,5	551550,6	576806,7	71063,23	745993,0

Вздовж міста розселення населення йде нерівномірно шляхом розташування основних масивів робочих місць. В 1950–1980 роках були утворенні промислові зони, які знаходяться у двох районах: східному і північному. Останнім часом змінюються методи забудови міста, утворюються нові форми власності й суспільних відносин. Невеликі ефективні приватні, спільні підприємства та виробництва замінюють промислові гіганти. Будуються нові житлові масиви на околицях міста, і виникає потреба коригування міської межі та відповідно її фактичному стану.

Житомирська об'єднана територіальна громада є великим транспортним вузлом України. На території міста діє залізничний вокзал, два автовокзали й аеропорт, який на сьогодні не приймає пасажирські літаки. У місті нараховується 13 мостів, з них: 7 автомобільних, 5 шляхопровідних та 1 пішохідний. Однією з найважливіших конкурентних переваг міста є його розташування на лінії майбутнього III пан'європейського автомобільного транспортного коридору, який повинен поєднати п'ять європейських країн – Іспанію, Францію, Німеччину, Польщу та Україну, – і пролягти від іспанського Сант'яго де Компостела через головні європейські мегаполіси – Париж, Франкфурт-на-Майні, Берлін, Вроцлав, Краків – до Києва [241, 242].

Житомирська об'єднана територіальна громада, як і вся Житомирська область, є об'єктом, що генерує та накопичує велику кількість ТКВ. Розглянемо особливості системи поводження з відходами в досліджуваному регіоні.

Проблема накопичення ТКВ є актуальною й досить гострою для Житомирської області та Житомирської об'єднаної територіальної громади. Щорічно в області утворюються близько 900 тис. тон ТКВ, які в повному обсязі потрапляють на полігони та несанкціоновані сміттєзвалища. Утворювачами комунальних відходів Житомирської області є населення міст, сел та об'єднаних територіальних громад. Об'єктами накопичення побутових відходів є громадські організації і адміністративні установи, житлові забудови, підприємства торгівлі, побутового обслуговування і громадського харчування, заклади культури, освіти і науки, медицини, відпочинку тощо.

Первісне накопичення ТКВ здійснюється переважно на сміттєзбірних майданчиках, які розташовані на прибудинкових територіях, на контейнерні території у житловому секторі. На території приватних домовладінь контейнери розташовані біля будинків чи здійснюється безконтейнерне збирання відходів з використанням полімерних пакетів [245].

Переважає більшість житлових будинків Житомирської об'єднаної територіальної громади є висотними, оснащеними сміттєпроводами. Але в інших районних центрах області (Малин, Коростень, Бердичів) ситуація протилежна. Більшість будівель належить до приватного сектору. За наявності сміттєпроводу всі ТКВ, що накопичуються, потрапляють у сміттєпровід, який знаходиться на міжповерхових територіях. Відходи падають у сміттєприймальний контейнер. За відсутності сміттєпроводу населення виносять ТКВ до сміттєзбірних контейнерів, частина з яких встановлена групами на контейнерних майданчиках, інші по одному. Санітарний стан сміттєпроводів будинків є вкрай незадовільним. Незадовільним є також санітарний стан контейнерів, які не миють та не проводять дезінфекцію.

Основні типи контейнерів, які використовуються для транспортування ТКВ у Житомирській області, приведено на рис.3.2 [246]. Контейнери зі змішаної системи збору міста утримуються на балансі комунальних підприємств та об'єднань з експлуатації житла (ЖБК, ОСББ тощо); перевізників ТКВ; підприємств, організацій, установ, приватних осіб – утворювачів відходів. Наприклад, за даними Житомирської міської ради, на балансі КП "АТП 0628" обліковується 22 спеціалізовані транспортні засоби. У складі контейнерного парку 995 шт. власних контейнерів ємністю 0,85 та 1,1 м³, 1120 шт. орендованих контейнерів, 53 шт. сітчастих контейнера, 116 од. контейнерів для роздільного збору ТКВ та 78 урн для роздільного збору ТКВ.

Контейнери для роздільного збору ресурсоцінних компонентів, які знаходяться на сміттєзбиральних контейнерних майданчиках, поряд з контейнерами для ТКВ, але найчастіше призначені лише для поліетиленових

пляшок. Для збирання ТКВ, більшість контейнерів стандартні за розмірами, місткістю та конструкцією.

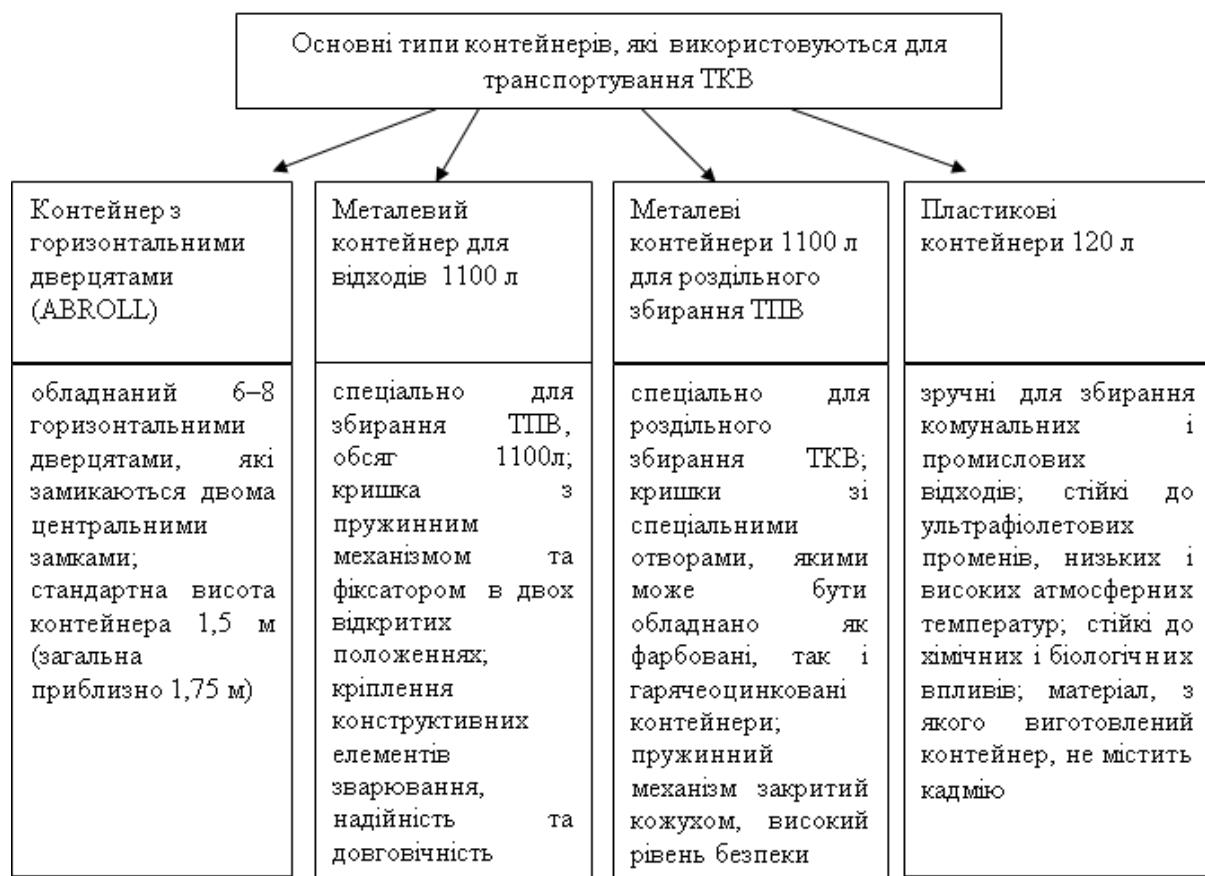


Рисунок 3.2 – Основні типи контейнерів, які використовуються для транспортування ТКВ у Житомирській області

У Житомирській ОТГ існує розгалужена система заготівельних пунктів для прийому вторсировини таких видів, як макулатура (картон, папір), скло (склотара, склобій), ПЕТФ пляшки, деякі види полімерної плівки, метали (чорні та кольорові), текстиль приймаються на різноманітних пунктах без обмежень обсягів.

Транспортування ТКВ проводиться на сміттєзвалища Житомирської області. На 2019 рік в області існує 760 місць захоронення відходів. На сьогодні більшість сміттєзвалищ ТКВ не відповідають санітарним вимогам щодо використання полігонів. Об'єми комунальних відходів, які надходили в 2014–2020 р.р. на Житомирський міський полігон з захоронення ТКВ наведено на рис. 3.3.

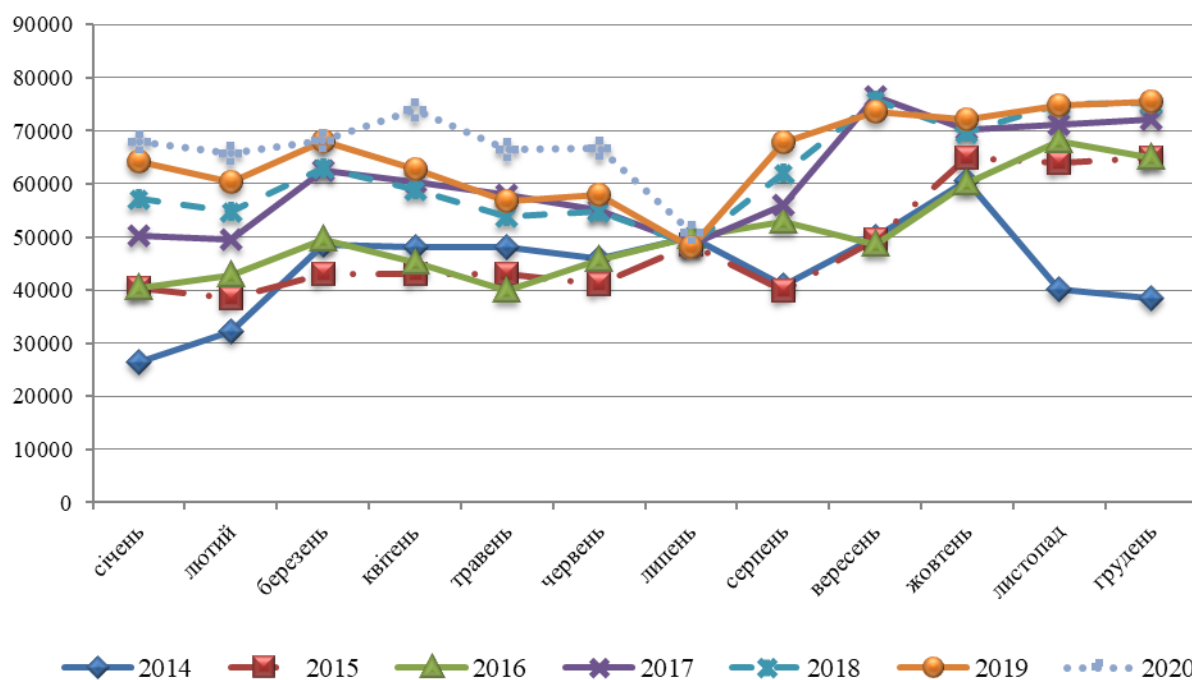


Рисунок 3.3 – Об'єми твердих комунальних відходів, які надходили в 2014–травень 2020 роках на Житомирський міський полігон з захоронення ТКВ [244]

Поміж лінії природоохоронних проблем, які є в області, виключно проникливо існує проблема управління відходами, що представляється одним з найбільших забруднювачів довкілля й негативно впливають на всі його складові. Становище ускладнюється і тим, що існує розрив між розмірами накопичених відходів і обсягами їх утилізації та використання.

Ключову складову в загальній кількості відходів, що накопичуються в області, займають тверді побутові відходи та виробничі відходи 4 класу небезпеки, які, як правило, вивозяться на полігони, звалища тощо.

Станом на 01.01.2020 року в обласному реєстрі місць видалення відходів Житомирської області є 6 полігонів та 845 сміттєзвалищ, які, за даними Державної екологічної інспекції, не відповідають екологічним та природоохоронним вимогам – ТОВ "Міськкомунсервіс" Новоград-Волинський, Комунальне виробничо-господарське підприємство в м. Коростень, Малинське МКП "Благоустрій", Радомишльське міське комунальне підприємство, ТОВ "Полісся-Екосфера", КП «АТП 0628».

Характеристика управління відходами по областях досліджується за даними, розміщеною на сайті Головного управління статистики у Житомирській області. Так, протягом 2019 року підприємствами області та суб'єктами господарювання утворено 479,1 тис. т відходів (табл. 3.2). На кінець 2018 року загальна кількість утворених відходів I-IV класів склала 5,32 млн т.

Таблиця 3.2

Динаміка основних показників поводження з відходами I-IV класів небезпеки Житомирської області (тис. т) (за формою статзвітності 1-відходи)

№ з/п	Показники	2014	2015		2016		2017		2018		2019
			I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки	I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки	I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки	I-IV класів небезпеки	у тому числі I-III класів небезпеки	
1.	Утворено	671,8	518307,5	664,5	550432,8	887,1	550327,3	993,9	486,1	1,1	479,1
2.	Зібрано, отримано зі сторони	243,37	252808,7	491,7	311268,4	883,2	279726,2	1656,5	-	-	
3.	Імпортовано	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.	Утилізовано	-	79578,8	197,1	76546,7	611,7	82787,5	1506,2	82800, 2	1506,2	
5.	Спалено	92,2798	22393,8	16,1	42191,3	0,2	37103,8	0,2	37103, 8	0,2	70,5
6.	у тому числі з метою отримання енергії	25,3224	17459,3	16,0	37635,6	-	33037,5	-	38, 9	-	53,8
7.	Передано для утилізації	-	127256,2	1149,5	79865,2	937,9	77669,1	1125,1	-	-	44,2
8.	Передано для видалення	-	89737,1	38,5	104809,5	26,4	93815,0	17,5	-	-	-
9.	Експортовано		-	-	65,9	-	175,7	-	-	-	-
10.	Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти	208,1742	187392,4	-	140912,7	-	169931,4	-	169,9		413,5
11.	Розміщено на стихійних звалищах	-	407,0	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	Накопичено протягом експлуатації у місцях видалення відходів на кінець року, тис.т	5999,728	4658,8	-	5049,7	-	5154,2	-	550,3	1,0	-

Джерело: дані із сайту Головного управління статистики у Житомирській області, (дата останньої модифікації: 10/06/2020)

Тверді комунальні нетоксичні відходи IV класу небезпеки розміщуються також на міському сміттєзвалищі, яке розташоване біля с. Грозине Коростенського району на місті відпрацьованих пісчаних кар'єрів. Проектна потужність полігону ТКВ – 2679, 570 тис. м³. Полігон площею 30 гектарів діє з 1972 року. Обсяг накопичення відходів на міському сміттєзвалищі біля с. Грозине Коростенського району наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Обсяг накопичення відходів на міському сміттєзвалищі, яке розташоване біля с. Грозине Коростенського району за 2016-2019 рр

Місяць	2016 рік, м ³	2017 рік, м ³	2018 рік, м ³	2019 рік, м ³
Січень	5172,745	1629,498	2121,606	3503,546
Лютий	5260,078	1638,437	1969,401	2621,642
Березень	1866,495	2636,213	3458,711	1269,718
Квітень	2180,792	2039,533	2694,223	2447,440
Травень	2239,912	2572,504	2528,823	3332,596
Червень	2115,332	2351,073	3338,994	3235,741
Липень	1841,984	2270,092	3523,183	3428,108
Серпень	1900,546	2358,2	4787,618	5457,653
Вересень	2075,740	2459,6	2927,416	3383,860
Жовтень	1840,328	1998,3	1764,539	3015,792
Листопад	1797,448	1896,5	2469,243	2647,724
Грудень	1597,688	1789,6	2687,979	2191,912

В області існують міста та селища міського типу, де взагалі відсутні програми щодо поводження з ТКВ, а також схеми санітарного очищення населених пунктів, не ведуться реєстри предметів утворення, оброблення та утилізації відходів та місць їх видалення, це все призводить до формування природних звалищ і погіршення санітарного стану населених пунктів. Співвідношення розмірів ТКВ, що утворюються в міській і сільській місцевості становить 63,8 % і 36,2 % відповідно.

Аналіз ситуації в Житомирській області визначив основні шляхи утилізації відходів, що найбільш поширені в регіоні (рис. 3.4).

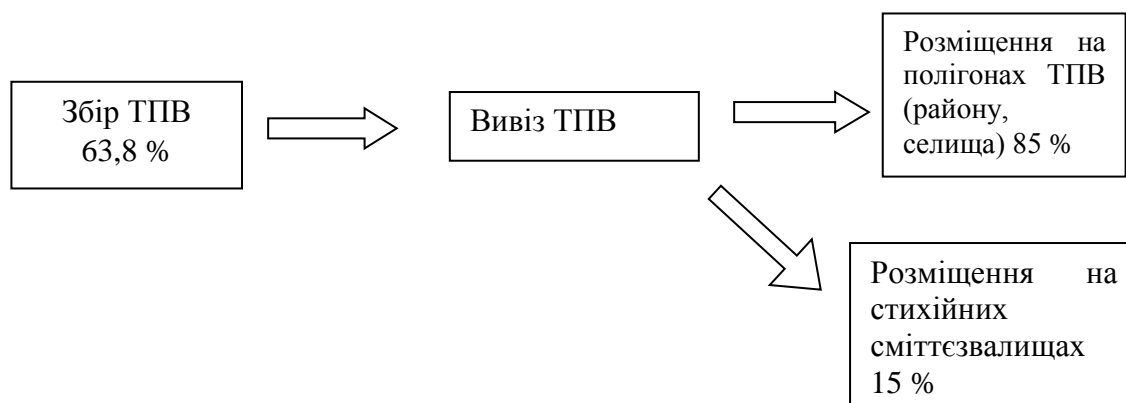


Рисунок 3.4 – Шляхи утилізації відходів, що найбільш поширені в регіоні

Серед сучасних шляхів утилізації відходів в області можна виділити такі. Насамперед, це елементарне поводження та управління відходами для оптимального рішення проблем їхньої утилізації та рекуперації ресурсоцінних вторинних ресурсів матеріалів та сировини.

Наступним кроком утилізації ТКВ – це транспортування до безпечних зон для вторинного видалення вторинної сировини чи спалювання.

Третім кроком утилізації ТКВ – це захоронення на визначених сміттєзвалищах або полігонах.

Четвертим кроком утилізації ТКВ є їхнє збереження на відкритих майданчиках, що провокує забруднення атмосфери, літосфери, підземних і поверхневих вод.

Якісний аналіз системи управління відходами Житомирської області дозволив визначити основні проблеми у сфері поводження з комунальними відходами та виявити основні причини, які їх викликали (табл. 3.4).

Аналіз таблиці показує, що основною проблемою у сфері поводження з відходами є низька ефективність існуючої системи управління, що супроводжується впровадженням застарілих та низько ефективних методів управління з відсутністю ефективної взаємодії всіх учасників процесу поводження з відходами і, в першу чергу, відсутність залучення громади для вирішення проблеми.

Таблиця 3.4

Аналіз стану системи управління відходами в дослідному регіоні

		Недостатній рівень адміністративного та організаційно-технічного забезпечення, у тому числі контролю за дотриманням вимог чинного законодавства	Недостатній обсяг фінансових вкладень (інвестицій) у розвиток сфери поводження з ТКВ	Недостатній рівень освіти та культури населення з питань поводження з відходами	Низький рівень екологічної освіти, виховання та свідомості населення області	Низький рівень участі громадян у громадській діяльності
Основні проблеми у сфері поводження з комунальними відходами						
1	Незадовільний рівень системи управління ТКВ в Житомирській області	+	+	+	+	
2	Незадовільний стан місць видалення відходів (полігонів, звалищ) та перевантаженість значної частини полігонів області	+	+	-	+	
3	Недосконалість діючих схем збирання і транспортування ТКВ у населених пунктах					
	3.1 Недостатня якість надання послуг з транспортування твердих комунальних відходів	+				+
	3.2 Неналежне обслуговування сміттєзбірних майданчиків (влаштування твердого покриття та огороження)	+				+
	3.3 Недостатня кількість сучасних контейнерів для збирання комунальних відходів	+	+			+
4	Недостатня кількість вилучення ресурсних компонентів ТКВ					
	4.1 Відсутність повноцінних сміттєсортувальних ліній	+	+			+
5	Низький рівень охоплення послугами з транспортування ТКВ території приватного сектору	+				+
6	Не налагоджені або відсутні системи роздільного збирання ресурсоцінних компонентів ТКВ	+		+		+
	6.1 Відсутність забезпечення системи роздільного збирання відходів споживання та їх сортування на спеціальних лініях	+		+		+
7	Відсутність потужностей з оброблення/перероблення ТКВ (сортувальних ліній, комплексів поглибленої переробки ТКВ)					
	7.1 Відсутність сучасних ефективних технологій перероблення та утилізації ТКВ		+			
	7.2 Застарілий парк машин, механізмів та сміттєприбиральної техніки на підприємствах-перевізниках ТКВ		+			

Таким чином, в Житомирській об'єднаній територіальній громаді та громадах Житомирської області у сфері управління твердими комунальними відходами є ряд завдань, які досі не вирішені, а саме:

- зросла чисельність стихійних сміттєзвалищ (які постійно зростають, хоч комунальні служби і прибирають);
- недостатність сучасних контейнерів для збирання комунальних відходів та відсутність контейнерів для роздільного сортування відходів;
- неналежна якість надання послуг з транспортування твердих комунальних відходів; відсутність сміттєпереробного заводу;
- велика кількість комунальних відходів на території звалищ громад;
- відсутність моніторингу їх впливу на навколишнє середовища.

Таким чином, можна стверджувати, що системи управління ТКВ на Житомирщині недосконала, її фрагментарність, розмаїтість та різноманітність за відсутності взаємодії з органами державного управління, службами охорони довкілля та місцевою громадою не забезпечує достатнього рівня контролю за санітарним станом територій, а також збиранням, транспортуванням, утилізацією комунальних відходів.

Ефективне рішення комплексу завдань, які пов'язані із операціями поводження з відходами передбачає реалізацію основних завдань і заходів, що визначаються регіональною програмою шляхом визначення існуючого стану та перспективи розвитку у природоохоронній сфері.

Розвиток сучасних технологій гальмується за рахунок невисоких податкових ставок за забруднення довкілля, що, в свою чергу, визначає захоронення відходів, як найдешевший спосіб поводження з ТКВ. На даний час немає досконалої методології управління ТПВ, яка би відповідала європейським еколого-технологічним вимогам. Ефективним є комбінований метод, який вимагає дослідження відходів, як джерела альтернативної енергії та ресурсоцінних компонентів. Саме комплексне використання ТКВ, яка включає в себе всі етапи утилізації, транспортування та рекуперації відходів.

Для впровадження концептуальної моделі регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу необхідно провести експериментальні дослідження потоків відходів у типовій системі поводження з твердими комунальними відходами на прикладі Житомирської об'єднаної територіальної громади та громад регіону за певний період часу. План експериментальних досліджень включає:

- провести аналіз морфологічного складу твердих комунальних відходів; та механізмів руху;
- проаналізувати вплив полігону твердих побутових відходів м. Житомира на стан поверхневих та підземних вод регіону;
- визначити вплив полігону ТКВ на ґрунти прилеглих територій;
- проаналізувати особливості впливу полігону на гідрологічний режим окремих територій на гідрологічний режим окремих територій.

3.2. Дослідження морфологічного складу твердих комунальних відходів громад

Розробка та впровадження регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу потребує дослідження обсягів утворення ТКВ та їх морфологічного складу для визначеної територіальної громади. Проведення моніторингу морфологічного складу ТКВ є необхідною умовою вибору найбільш ефективних господарських, економічних, екологічних рішень на основі вивчення закономірностей утворення морфологічного складу ТКВ та прогнозування динаміки рівня змін їх кількісного та якісного складу.

Аналіз попередніх досліджень виявив, що морфологічний склад відходів за останні десятиліття постійно змінюється, як в Україні, так і в окремих регіонах, в залежності від різноманітних чинників, а саме: періоду року, синоптичні, кліматичні, суспільно-фінансових й адміністративні особливості області, міста [247].

Частково дані проблеми були розглянуті в працях О. В. Луньової, В. Г. Петрука, Т. В. Годовської, М. Б. Мальованого [15, 248-250]. Значна кількість літературних джерел присвячена питанню визначенню складу ТКВ. Аналіз цих джерел дозволяє стверджувати, що морфологічний склад відходів змінюється залежно від часу і території. Проведені раніше дослідження морфологічного складу ТКВ проводились за різними методиками, мали локальний характер та відповідно до цього, неможливо було порівнювати дані та результати. Крім цього, вони ніяк не дозволяли здійснювати прогноз змінюваності характеристик ТКВ в різні періоди року. Параметри утворення ТКВ залишаються непрогнозованими, а недостатня кількість статистичної інформації в сфері накопичення побутових відходів [251] ускладнюють виконання аналізів утворення морфологічного складу.

Натурний експеримент для визначення морфологічного складу ТКВ м. Житомира проводився за методикою, представленою в розділі 2.4.1.

Дослідження морфологічного складу ТКВ проводили для окремих ОТГ Житомирської області (м. Бердичева, м. Коростень та ін.) та для м.Житомир. Дослідження проводилися у 2013, 2015 та 2017 років протягом чотирьох сезонів: у лютому, у квітні, у липні та в жовтні. У 2018 р. були проведені додаткові дослідження морфологічного складу ТКВ м. Житомира, м. Бердичева, м. Коростень.

Експериментальні майданчики вибиралися таким чином, щоб у дослідні ділянки потрапили різні типи житла й населення з різним рівнем доходу. Натурні експерименти за визначенням морфологічного складу ТКВ проводилися безпосередньо на об'єктах їх первісного накопичення:

- багатоквартирні житлові будинки з / без сміттєпроводом;
- житлові будинки індивідуальної забудови (приватний сектор) тощо;
- заклади торгівлі: супермаркети, промтоварні крамниці, ринки.

В умовах Житомирської області дослідження морфологічного складу відходів на місцях первинного накопичення були проведені на 36 майданчиках для збору ТКВ, обслуговуючих в цілому більше 24000 осіб.

На території міста в місцях первинного накопичення ТКВ попередньо було відібрано 12 контейнерних майданчиків для вивчення фракційного складу відходів, які обслуговують в цілому понад 14000 осіб.

Для об'єктивності проведених досліджень контейнери на сміттезбиральних майданчиках вибиралися випадково, сортуванню піддавався лише один з них [204, 252]. Під нагляд були відібрані майданчики з контейнерами для сміття, щоб уникнути несанкціонованого видалення відходів, придатних до подальшої переробки для дослідження фракційного складу відходів.

При аналізі проб відходів, в першу чергу, визначали морфологічні якості та щільність наповнення контейнерів з загальноприйнятими технологіями дослідження параметрів твердих комунальних відходів. При проведенні вимірювання кількості ТКВ визначали: кількість контейнерів;

–об'єм кожного контейнера;

–ступінь заповнення контейнерів твердими комунальними відходами;

–масу контейнера порожнього та заповненого твердими комунальними відходами (у разі наявності ваг на 500 кг).

Сміттеві накопичувачі зважувалися в різних місцях відбору проб. Визначався вміст компонентів ТКВ та загальна маса проби. Середня вага розподілу розраховувалась шляхом ділення загальної річної ваги, вилученої маси відходів, на загальну масу, що утворюються. Вагова частка кожного компонента у зразку сортування була розрахована за вагами компонентів. Середній вміст відходів розраховували, використовуючи результати складу кожного сортованого зразка. За формулою 3.1. розраховуємо середньозважений вміст компонентів відходів:

$$B_{ci} = \sum_{i=1}^n b_i \cdot k_i \quad (3.1)$$

–де B_{ci} - середньозважений вміст i -го компоненту у змішаних міських ТКВ;

– b_i – вміст i -го компоненту в ТКВ, відповідно, від житлового сектору, адміністративних установ, комерційних закладів;

– k_i - коефіцієнти, які враховують масову долю обсягів утворення відходів відповідної групи утворення відходів у загальних обсягах.

Виділялися об'єкти утворення ТКВ, найбільш характерні для цього зразку об'єктів за об'ємами та складом накопичених ТКВ. В якості проб приймалися порції відходів, які утворенні в сміттєзбірних контейнерах (місткістю 0,75 м³). Відходи із даних дослідних контейнерів розбирались за допомогою "сміттярів" на морфологічні компоненти, які по чергово зважували і завантажували назад в контейнери. Зразки проб відбиралися в трикратній повторності з подальшою статистичною обробкою отриманих даних.

Окремо відбирали ТКВ, які вважаються більш відмінними для цього типу предметів відповідно до розмірів і складу ТКВ, зібраних в окремих сміттєзбірних контейнерах (місткістю 1,1 м³). Відходи з даних експериментальних контейнерів вручну розбиралися на морфологічні елементи, які по черзі зважувалися і висипалися назад в контейнери. Проводилися дослідження змін морфологічного складу ТКВ при кліматичних умовах, ступеню добробуту населення та сезонних змінах. Результати дослідження морфологічних властивостей відходів м. Житомир за період 2013–2017 рр. наведено в табл. 3.5. На рис. 3.5 наведено морфологічний склад відходів м. Житомир у 2018 р.

Таблиця 3.5

Результати дослідження морфологічних властивостей відходів
м. Житомир за період 2013–2017 рр., %

Рік / Назва	2013 р.	2015 р.	2017 р.
Харчові відходи	32,78	32,50	36,4
Макулатура	20,05	16,43	17,2
Деревина, листя	8,75	8,35	6,2
Полімери	19,28	21,98	23,1
Текстиль	0,10	0,24	0,2
Склотара, склобій	7,00	7,64	7,2
Каміння та інші відходи	10,50	10,00	8,1
Шкіра, кістки	0,33	0,47	0,4
Метал	1,23	2,40	1,2

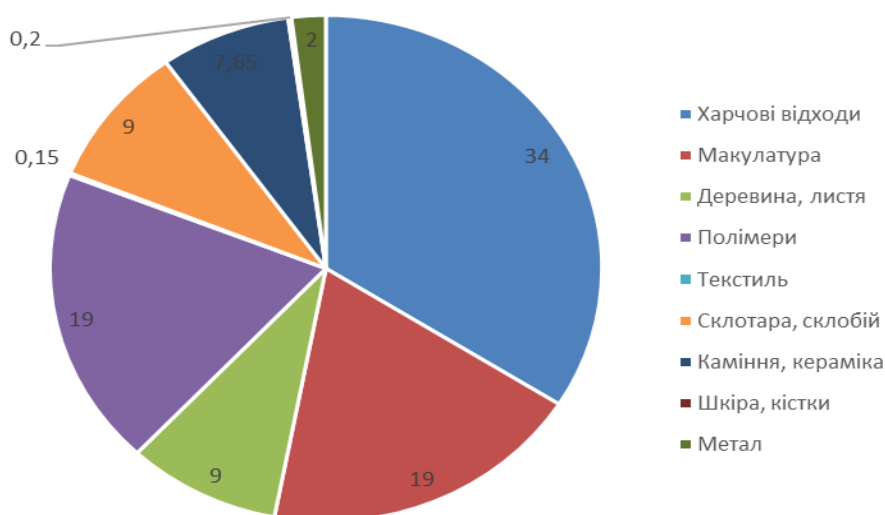


Рисунок 3.5 – Морфологічний склад відходів міста Житомира у 2018 році, %

Морфологічний склад твердих комунальних відходів, які утворюються на території Житомирської обл. в 2017 році, наведено в табл. 3.6 [253, 254].

Таблиця 3.6

Морфологічний склад твердих комунальних відходів, які утворюються на території Житомирської обл. в 2017 році, %

	Бердичів	Малин	Коростень
Папір	16	12	19
Харчові відходи	31	26	34
Текстиль	0,6	0,5	0,15
Деревина	7	6	9
Полімери	15	14	19
Каміння	6	6	7
Скло	8	7	9
Металобрухт	2	1	2
Інші відходи	14,4	27,5	0,85

Дослідженням встановлено, що у ваговому відношенні в складі ТКВ переважають чотири компоненти – органічні, полімерні, картонно-паперові (макулатура) та відходи склотари і склобою, частка яких в загальному масиві (80,54 %). З урахуванням 90–100 % вологості, в залежності від сезонності ТКВ містять: органічних відходів – 31,4 – 34,0 %; картонно-паперових – 18,5 – 20,5 %; полімерних матеріалів – 16,9 – 18,5 %. Загальна характеристика змін цих

компонентів та динаміка змін морфологічного складу ТКВ представлена на рис. 3.6 [255].

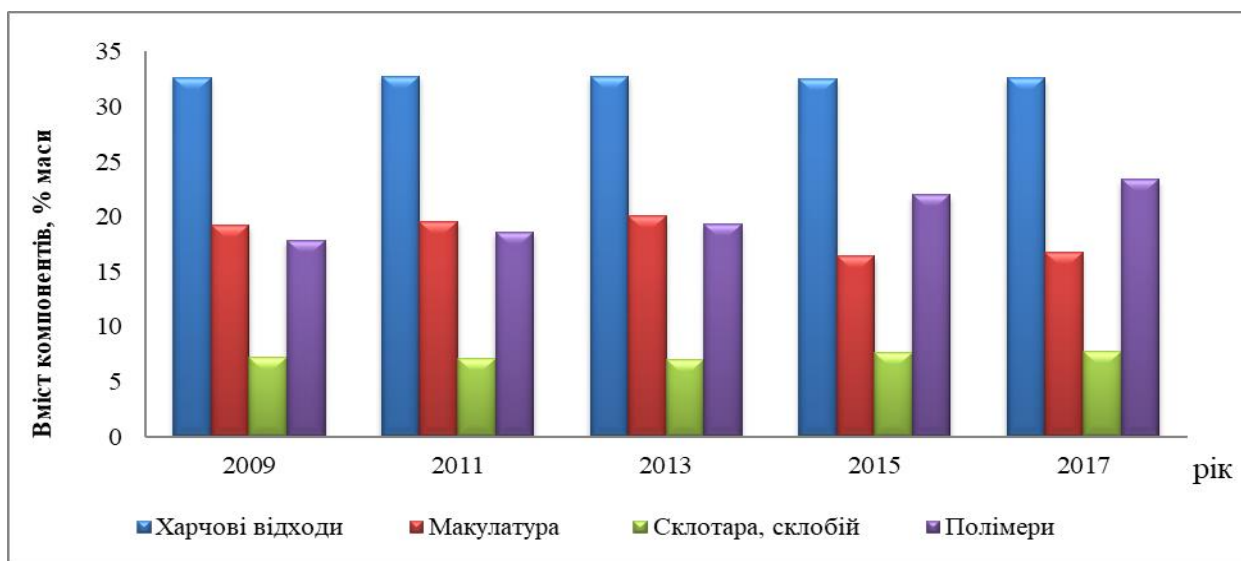


Рисунок 3.6 – Зміни морфологічного складу ТКВ Житомирської обл. за 2009- 2017 рр, %

Аналіз графіків на рис. 3.6 дозволяє встановити основні закономірності динаміки змін морфологічного складу ТКВ. Так, за період з 2009 по 2017 р.р. спостерігається збільшення частки полімерних матеріалів та деяке скорочення частки склобою і склотари. Зменшення вмісту картонно-паперових відходів у ТКВ пояснюється людським фактором (впровадження власного сортування) та тим, що упаковку виготовляють з полімерних матеріалів.

Збільшення кількості ТКВ у громадах відбувається за рахунок використання одноразових пластикових товарів, товарів незмінного вживання з короткостроковим терміном. Населення, яке споживає і викидає продукти, не звертає увагу на їх цінність вторинного використання.

Результати сезонних досліджень усередненого морфологічного складу ТКВ приведено на рис. 3.7 [256].

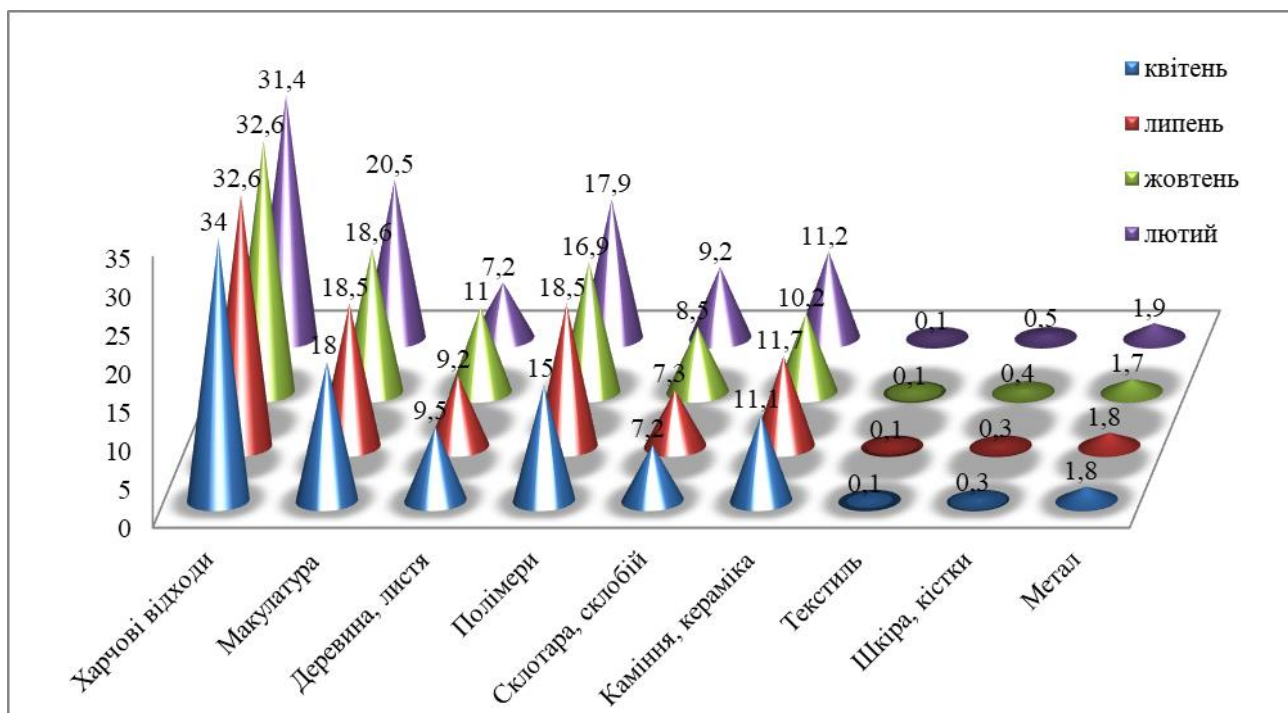


Рисунок 3.7 – Сезонна динаміка морфологічного складу ТКВ Житомирської області, % (зима, весна, літо, осінь 2017 року)

Проаналізувавши результати досліджень, можна зробити висновок, що морфологічний склад ТКВ зазнає значних сезонних змін складу компонентів. Збільшення частки органічних відходів і полімерних матеріалів восени до 40 % може бути пов'язано з підвищенням частки вживання рослинних харчових продуктів населення. Зменшилася кількість макулатури (папір, картон). Зимом і восени зменшення відходів деревини та листя з 20 до 7 % у містах [256-259].

Чинником, що необхідно враховувати під час розробки системи транспортування ТКВ, є сезонність періоду утворення відходів.

Таким чином, результати дослідження морфологічного складу ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади та Житомирської області показали, що в сучасних умовах він постійно змінюється. В складі ТКВ переважають органічні відходи (31,4 – 34,0 %), картонно-паперові (18,5 – 20,5 %), полімерні матеріали (16,9 – 18,5 %). Морфологічний обсяг ТКВ залежить від природно-кліматичних умов, сезонності, терміну накопичення, рівня благоустрою помешкань, наявності роздільного збору ТКВ, термін накопичення, рівень

розвитку ринку вторинної сировини тощо. Морфологічний склад ТКВ зазнає значних сезонних змін складу компонентів.

3.3. Дослідження впливу фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ на стан довкілля

Всі комунальні відходи Житомирської ОТГ без сортування вивозяться на полігон ТПВ, який знаходиться за адресою м.Житомир, вул.Андріївська, 29 та має загальну площу 21,5670 га, площа захоронення ТПВ становить 18,7 га. Вся інша територія поділена на 6 карт, які продовжують експлуатувати. Полігон утворений стихійно на місці кар'єру Крошенського цегельного заводу та експлуатується з 1957 року відповідно до Паспорту місця видалення відходів. Розташування полігону до житлових приватних забудов 500 м [224].

За роки експлуатації терикон звалища виріс понад 30 метрів. На полігоні розміщено до 30 млн т відходів різних класів небезпеки.

На даний час, в місті відсутня альтернатива у сфері поводження з відходами, окрім, як їх захоронення.

По периметру полігону проведено обвалування. Кожен рік на полігоні захоронюють близько 300 тис. м³ відходів. Відходи від житлових будинків перевозяться транспортом КаТП-0628 та іншими підприємства в цій сфері. Перед виїздом проводиться візуальний огляд відходів з метою недопущення складування токсичних відходів. На полігоні організована пропускна система та розміщена й прокладена дорога з твердим асфальтним покриттям.

Результати аналізу показують, що середньорічний об'єм надходження ТКВ на полігон Житомирської об'єднаної територіальної громади – 162,2 тис. м³. Визначений морфологічний склад відходів, що вивозяться на полігон: полімерна тара – 13,2 %; шкіра, гума – 1,4 %; органічні відходи – 33,1 %; паперові відходи – 5,9 %; ганчір'я – 2 %; метал – 3,3 %; деревині відходи – 4,1 %; скло – 13,5 %; будівельні відходи – 3,7 %; змет – 11 %; інші відходи – 8,8 % [154, 261] .



Рисунок 3.8 – Карта-схема району розташування звалища твердих комунальних відходів Житомирської об'єднаної територіальної громади

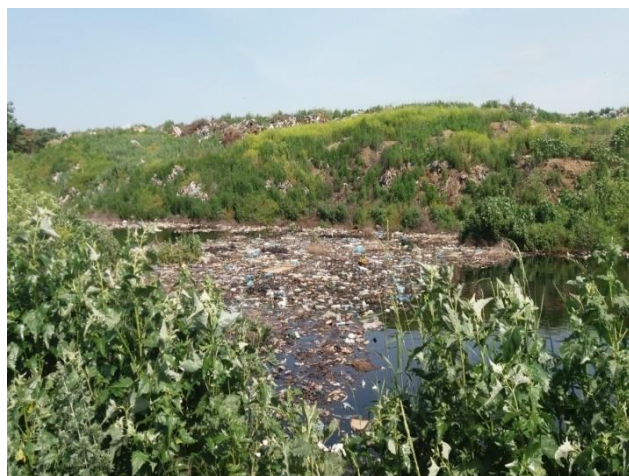


Рисунок 3.9 – Сміттєзвалище Житомирської об'єднаної територіальної громади його вид та склад

Одним з головних шляхів поширення забруднення території складування відходів є поверхневі води, які стікають з території полігону під час сильних дощів і особливо фільтрат – рідка фаза, що виділяється з відходів при проходженні через їхню товщу. Формування фільтрату відбувається при розкладанні відходів, інфільтрації опадів у їх товщу та проникнення у відходи підземних та поверхневих вод. Будь-яку весну, через снігопади або через напружених дощів, на полігоні підвищується обсяги фільтрату, який через постійний прорив дамби стікає з накопичувачів до р. Крошенка.

В невизначених місцях полігону фільтрат проникає на поверхню та утворює потік, що потім потрапляє до водойми та колодязів. На полігоні існують водойми-накопичувачі для запобігання скидання забрудненого фільтрату в довкілля. Але рідка фаза накопичувачів постійно відводилася в ставок, р. Крошенку та ліс, особливо у період значних атмосферних опадів. Як свідчить технічна документація, полігон м. Житомира не має фільтраційного екрану, системи відводу та очищення фільтрату. Полігон знаходиться під суворим контролем Державної екологічної інспекції Поліського округу.

Можемо стверджувати, що не існує нормативно-правового документу з утримання та експлуатації полігонів ТПВ, який би передбачає заборони утворення фільтрату. Порушенням природоохоронного законодавства вважається лише факт попадання отруйної речовини у довкілля за межі звалища. Тому потрібно удосконалювати методи знешкодження фільтрату, для запобігання попадання отруйних речовин у довкілля, шляхом знешкодження ТПВ на полігоні та знезараження фільтрату, що накопичується у відстійниках полігону.

З метою недопущення потрапляння фільтрату з відстійників до навколишнього природного середовища та забруднення ним природних ресурсів, побудована дамба фільтраційних відстійників. Проект передбачає досипку дамби та влаштування відповідного каналу з метою відводу дощових та талих вод. На території полігону для попередження розтікання фільтрату по території передбачені дрени, які скидаються в скидний колектор, що закінчується ставком для збору інфільтрату, який працює як випаровувач.

Скид інфільтрату у відкриті водойми, згідно з санітарно-технічним паспортом полігону ТКВ, не передбачений. Під час інтенсивних опадів кожен раз піднімається ступінь фільтраційних вод вище обвалування озера для збирання інфільтрату. Водночас скидання інфільтрату зі струмка відбувається в р. Крошенка. Перетікання інфільтраційних вод із дренажного струмка здійснюється на сусідню земельну ділянку площею 7*13 м, яка знаходиться в лісовій ділянці Богунського лісництва Житомирського обласного лісового фонду.

На полігоні ТКВ розташовано п'ять режимно-наглядових свердловин, які служать для контролю за зміною рівнів та якості ґрунтових вод за межами полігону. На сьогодні є придатні для функціонування чотири свердловини, з яких дві не працюють.

Оцінка впливу на довкілля об'єктів управління твердими побутовими відходами згідно з методикою [222] показала, що за рік на тіло полігону з твердими побутовими відходами вноситься 32,4 тис. м³ гравітаційної води. Середньорічний об'єм опадів становить 105,094 тис. м³. Розрахунковий об'єм фільтрату, який накопичується за рік, розрахований на основі аналізу водного балансу полігону, складає 51,47 тис. м³/рік чи 141 м³ на добу або 46,54 т за питомої маси 0,333 т/м³, розрахункова вологість – 60 %.

Випаровування з поверхні сміттєзвалища складає 460 мм/рік (86,02 тис. м³/рік). Фільтрація води супроводжується нерівномірністю накопичення протягом року за рахунок сезонності атмосферних опадів. Розрізняють "молодий" і "старий" фільтрат. "Молодий" утворюється на перших етапах розкладання відходів і триває до 5–10 років, характеризується середнім значенням рН і високим значенням БСК, іноді до 40000 мгО₂/дм³. "Старий" фільтрат утворюється в основному на постексплуатаційному етапі життєдіяльності полігону і характеризується БСК близько 200–400 мгО₂/дм³ [260, 261, 262].

Фільтрат містить органічні і неорганічні, токсичні хімічні сполуки в концентраціях, що перевищують гранично допустимі значення. Проведені попередні дослідження показали, що джерелом забруднення фільтрату найчастіше є окиси металів, що виділяються при повільному розкладанні складних

органічних речовин. При цьому можливий винос із фільтратом збудників кишкових інфекційних захворювань (черевного тифу, паратифу, дизентерії), а також туберкульозу, правця, газової гангрени, сибірської виразки, тощо.

Метою даної частини є експериментальне дослідження та аналіз гідрохімічного складу фільтрату зі звалища ТКВ в районі розташування звалища у двох створах: у районі інфільтрату з відстійником № 1 та інфільтрату з відстійника № 2. Для аналізу та моніторингу стану поверхневих та підземних вод відбиралися проби води з двох режимно-наглядових свердловин розташованих у СЗЗ звалищі ТКВ. Також відбирали проби води з водойми кар'єру Крошенського цегельного заводу, розташованого поблизу полігону, дренажна вода з штучної водойми, яка розташована нижче по рельєфу від відстійника фільтрату з подальшим потраплянням в струмок, притоку р. Крошенка – вище та нижче місця впадіння. Дослідження включало вивчення хімічного і біологічного забруднення ґрунтових вод та фільтрату.

Відбір проб інфільтрату для визначення впливу на підземні та поверхневі води здійснювався в точках дослідження гідробіологічних спостережень і проводився паралельно з відбором гідрохімічних проб. Під час вибору станції спостережень для оцінки фільтрату полігону дослідження проводилися на території полігону та біля річки, гідроекологічний режим яких характеризується чітко вираженою течією. Контрольна станція була розміщена вище від джерела забруднення, а наступні – вниз за течією. Співставлення даних, отриманих на контрольній станції – річка Крошенка, і станціях, де реєструється вплив антропогенного чинника, дозволяє оцінити ступінь впливу процесу евтрофікації на водну екосистему. Спостереження охоплювали всі річні сезони. Визначення репрезентативних даних для оцінки структурно-функціональних характеристик інфільтрату, його зміни, вимагав відбору проб 2 рази на квартал. Згідно затвердженого графіку відбувався відбір, з десятої ранку до дванадцятої години дня.

Дослідження хімічного складу і органолептичних властивостей стічних вод були вибрані точки відбору і проби з 2 водоймищ: одна – з великого і глибокого

водоймища (водоймище 1), друга – з водоймища, найвіддаленішого від території звалища (водоймище 2).

Для врахування вертикальних змін інфільтрату і мінімізації похибки проби відбиралися через кожен метр водної товщі, починаючи з поверхневого горизонту, Зливались в посуд, з якого потім відбирались інтегровані проби об'ємом 0,5–1,0 дм³ [261, 262].

Об'єм інтегрованої проби 0,5 чи 1,0 дм³ розраховувався в залежності від попередньої візуальної оцінки фільтрату:

- проба в об'ємі 0,5 дм³ при інтенсивному зміні фільтрату;
- відбирали 1,0 дм³ при незначних змінах та впливу.

Одна проба фіксувалася, а інша використовувалася для дослідження оцінки фільтрату на полігоні. Проводити справжні дослідження було вкрай необхідно, тому фіксуванні ймовірно пошкодження деяких морфологічних даних фільтрату, які є відмінними регулярними ознаками [214, 262].

Контроль експериментів для кількісного знаходження фільтрату проводився батометром Руттнера. З огляду, що одночасно з відбором фільтрату відбиралися мікробіологічні, токсикологічні, гідрохімічні проби – переважно застосовним є розмір батометра 3-5 дм³ [224, 261]. Дослідження фізико-хімічних властивостей відібраних проб проводили в лабораторії Державної екологічної інспекції Поліського округу [261, 262].

Хімічний аналіз дослідження фільтрату, який розлився по поверхні, вказав на збільшення ГДК забруднюючих речовин (табл. 3.6) порівняно з нормативами якості води, водних об'єктів господарсько-питного значення. Показники біологічного споживання кисню (БСК) - 48 мг О₂/дм³ при нормі 6 мг О₂/дм³, хімічного споживання кисню (ХСК) становлять 124 мг О₂/дм³ при нормі 30 мг О₂/дм³, вміст кобальту - 1,8 мг/дм³ при нормі 0,1 мг/дм³, заліза загального - 2,0 мг/дм³ при нормі 0,3 мг/дм³, кадмію - 0,1 мг/дм³ при нормі 0,001 мг/дм³, свинцю - 0,3 мг/дм³ при нормі 0,01 мг/дм³ [284].

Таблиця 3.6

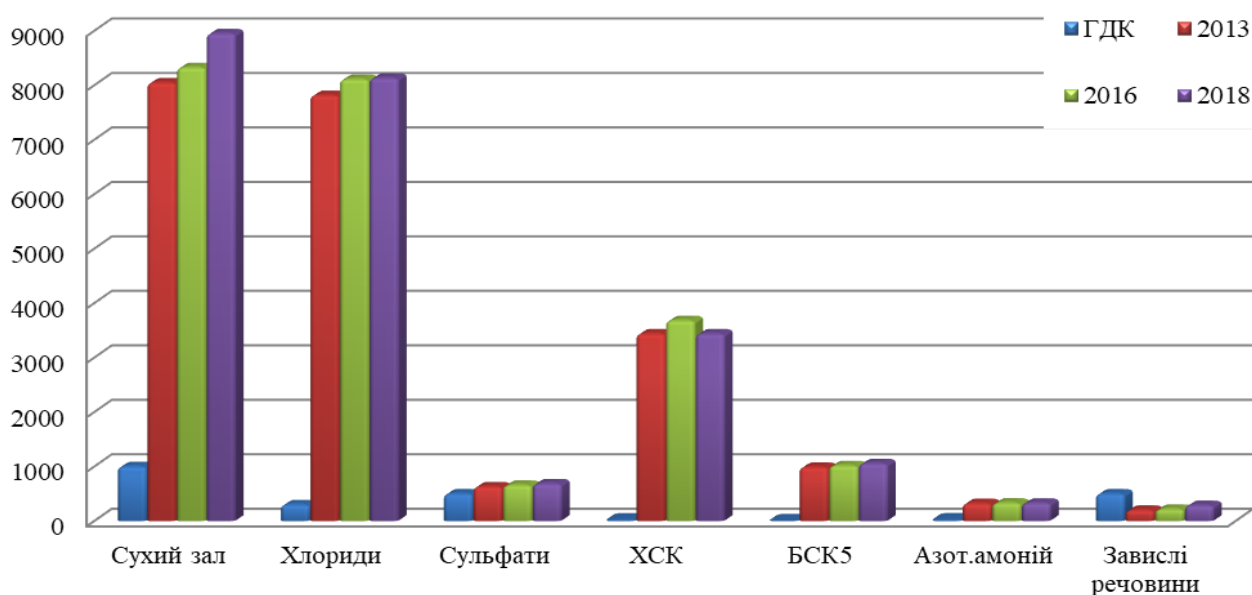
Хімічне дослідження фільтрату (середнє по 2 відстійникам)

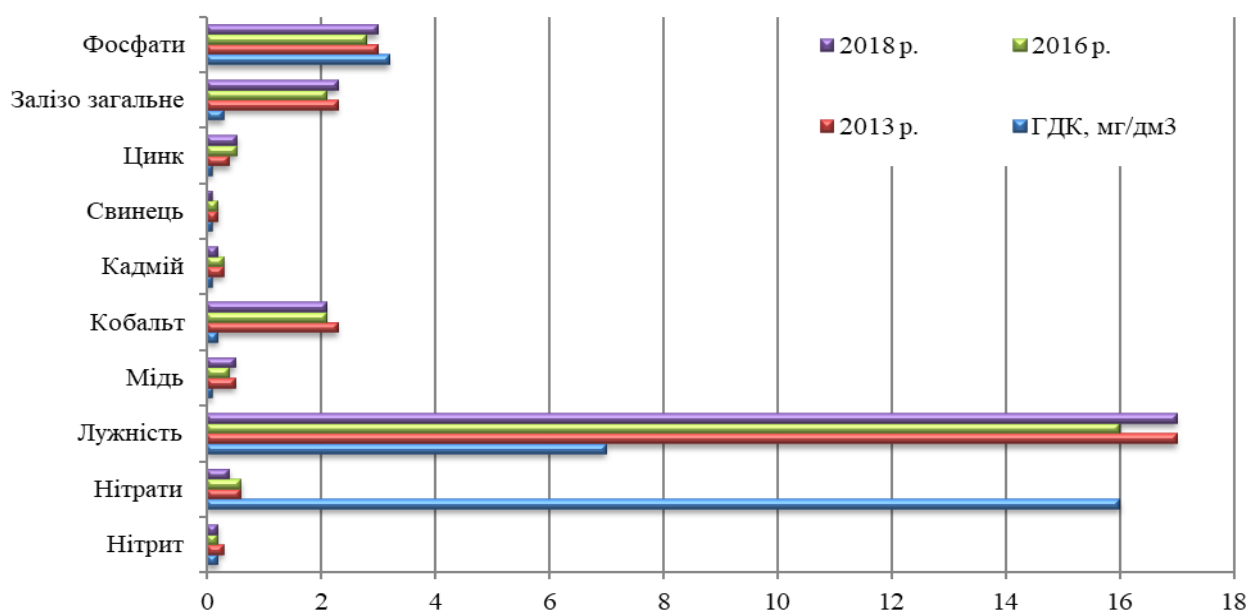
Показник	ГДК, мг/дм ³	Перевищення ГДК, разів		
		2013 р.	2016 р.	2018 р.
Сухий залишок	1000	7,9	8,3	8,4
Хлориди	300	27,4	27,0	27,2
Сульфати	500	1,3	1,3	1,3
ХСК	30	101,5	99,6	99,2
БСК ₅	6	167,2	173,0	180,0
Нітроген амонійний	32	10,2	10,3	10,4
Залізо загальне	0,3	6,5	6,7	6,8

Примітки: ХСК – хімічне споживання кисню; БСК – біологічне споживання кисню, похибка складає +/- 5%.

У водах інфільтрації є речовини, які відповідають характеристиці для стоків господарської, побутової й промислової категорії: зважені речовини, органічні речовини (показники БСК і ХСК), фосфати, натрій, всі форми азоту (солі амонію, нітрати, нітрит), залізо, поверхнево-активні речовини (ПАВ), хлориди, сульфати мінеральні солі [261, 262].

Аналіз фізико-хімічних властивостей відібраних проб проводили у відділі інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції в Житомирській області. Характеристика фільтрату з відстійника № 1 та гранично допустимих нормативів фільтраційних вод, мг/дм³ наведені на рис. 3.10.





б

Рисунок 3.10 – Порівняльна характеристика за 2013–2018 роки показників фільтрату з відстійника № 1 та гранично допустимих нормативів фільтраційних вод, мг/дм³: *а* – сухого залишку, хлоридів, сульфатів, ХСК, БСК₅, азоту амонійного і завислих речовин; *б* – фосфатів, нітритів, нітратів, лужності, заліза, міді, кобальту, кадмію, свинцю і цинку

Дослідження показали, що фільтраційні води мають слабокислу реакцію середовища, величина рН – 6,0–6,5. Порогове розбавлення за кольором у водах водоймища №1 складає 1:5400, №2 – 1:250. Початкова кольоровість стічних вод, визначена за шкалою кольоровості, складає 1500 і 800 відповідно для 1-го і 2-го джерела [284].

Сезона динаміка фізико-хімічних показників фільтрату з відстійника № 1 та відстійника № 2 приведена на рис.3.10. Порівняльна характеристика показників фільтрату з відстійника № 1 та відстійнику № 2 з гранично допустимими нормативами фільтраційних вод приведена на рис.3.11.

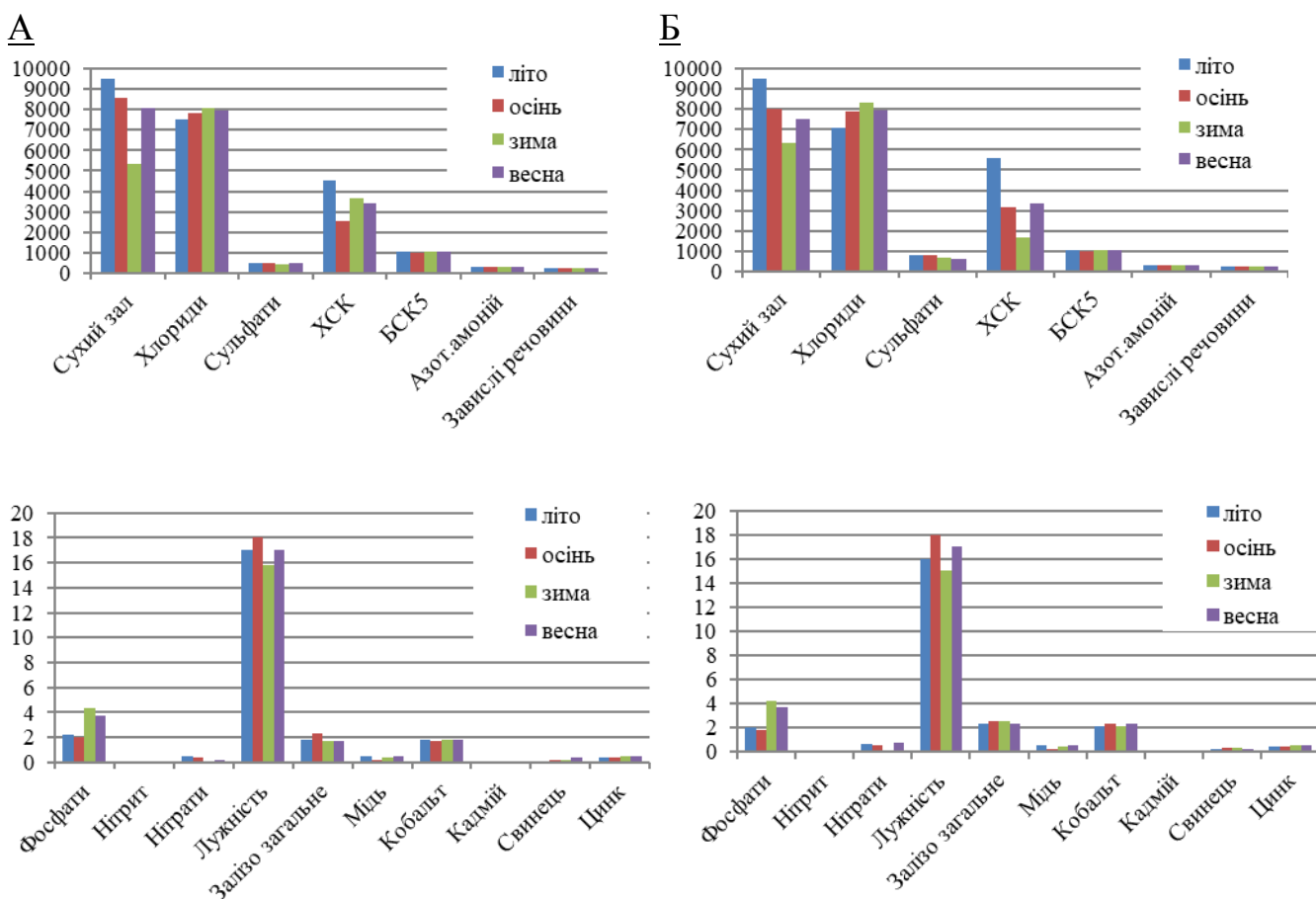


Рисунок 3.11 – Сезона динаміка фізико-хімічних показників фільтрату з відстійника № 1 (а) та відстійника № 2 (б), мг\м³

Аналіз показників проб фільтрату відстійників за період 2013–2018 роки вказує на те, що хімічні речовини, як показники хімічного споживання кисню (ХСК) та біохімічного споживання кисню (БСК), фосфати, кобальт, кадмій, залізо, свинець, лужність та жорсткість на полігоні ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади завищені.

Кольоровість вод фільтрації обумовлена вмістом в них гумінових речовин і продуктів їх взаємодії з компонентами стічних вод (іони важких металів, ПАВ, високомолекулярні органічні сполуки).

Таким чином, у фільтраті містяться високомолекулярні і колоїдні сполуки, поверхнево-активні та біорезистентні домішки, що ускладнює вживання традиційних біологічних методів очищення води.

Порівняння показників складу фільтраційних вод полігону ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади затверджених нормативів

фільтраційних вод полігону (ГДК), що знаходяться на завершальних етапах життєвого циклу, показало, що його склад достатньо типовий, тому фільтрат може бути використаний як об'єкт дослідження для вирішення поставлених в роботі завдань.

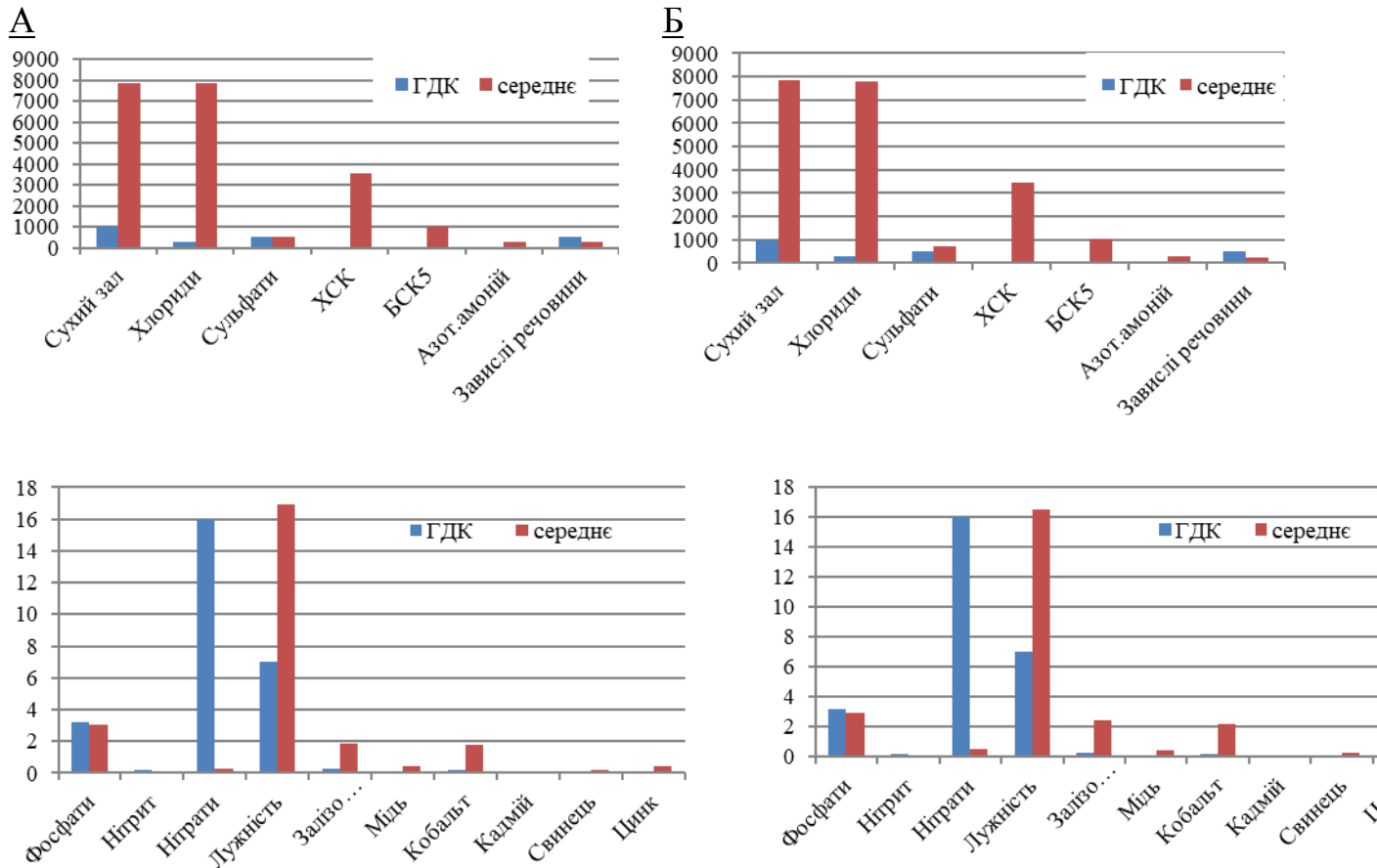


Рисунок 3.12 – Порівняльна характеристика показників фільтрату з відстійника № 1 (а) та відстійника № 2 (б) з гранично допустимими нормативами фільтраційних вод, мг\м³

Проведене обстеження майданчика поховання ТКВ показало, що на полігоні відсутні спеціальні природоохоронні споруди: гідроізолюючий екран, система дренажно-скидної мережі для збору і утилізації фільтрату. Основним джерелом негативної дії на навколишнє середовище є фільтрат. За відсутності системи збору фільтрату вони накопичуються в природних поглибленнях рельєфу місцевості. Умови експлуатації полігону роблять його небезпечним для стану навколишнього середовища і здоров'я населення на прилеглий території.

Збір даних про гідрохімічний склад фільтрату зі звалища ТКВ та аналіз фільтрату дозволив встановити вміст компонентів фільтрату. Визначено, що такі хімічні речовини, як лужність та жорсткість, кобальт, кадмій, фосфати, залізо, плумбум, показники ХСК та БСК на звалищі ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади перевищують гранично допустимі концентрації.

Дослідження показали, що Аналіз фізико-хімічних характеристик фільтраційних вод полігону ТКВ ОТГ Житомирської області за період 2009–2018 роки виявив значне перевищення гранично допустимих концентрації фосфатів, заліза, кобальту, кадмію, свинцю, показників ХСК та БСК, лужність та жорсткість. Результати апроксимації змін гідрохімічних показників фільтрату звалища ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади (сухий залишок, сульфати, ХСК, БСК₅, залізо загальне, нітроген амонійний) протягом 2009–2018 років показують, що зв'язок величин практично функціональний, а коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98.

3.4. Аналіз впливу полігону на ґрунти прилеглих територій

Антропогенне навантаження місць видалення відходів на земельні ресурси потребує додаткового дослідження. Головним небезпечним джерелом забруднення ґрунту є фільтраційні стоки полігону і в підсумку значних опадів, що викликають перелив фільтрату, потрапляють в об'єкти навколишнього середовища.

В попередньому розділі визначено, що джерелом забруднення фільтрату є розкладання органічних залишків та повільне окиснення металів. На звалищах, які споруджені без дотримання правил захисту довкілля, фільтрат безперешкодно стікає по рельєфу, потрапляє в ґрунт, донні і підземні води.

Порівняння показників складу фільтраційних вод звалища ТКВ Житомирської ОТГ та хімічного складу фільтраційних вод звалища на різних стадіях біодеструкції, показало, що його склад є характерним для полігонів та звалищ, які знаходяться на етапі рекультивації. Проникнення фільтрату в ґрунти і

підземні води призводить до забруднення довкілля небезпечними органічними й неорганічними сполуками та різними мікроорганізмами.

Під час інтенсивних опадів піднімається рівень фільтраційних вод кожен раз вище обвалування накопичувача для збирання фільтрату. Тобто постійно по струмку скид фільтрату завжди відбувається в р. Крошенка. Перетікання інфільтраційних вод із дренажного ставка відбувається на суміжну земельну ділянку площею 7*13 та 4*8 м, яка розміщена на лісовій ділянці Житомирського районного управління лісгоспу.

Відбір проб та вимірювання ґрунтів проведено до чинних нормативних документів та стандартних методик [212, 213].

В 2016 році було відібрано проби на 8 точках за 14 показниками, площа земельних ділянок склала 25 м² та глибиною відбору 0,2 м на постійно забруднених земельних ділянках навколо полігону [261].

При дослідженні ґрунтів проби відбирали на прилеглих до полігона ТПВ земельних ділянок, які розташовані від території звалища в напрямку с. Сонячне, вул. Андрієвська та за дренажною канавою в Пд-Зх напрямку від звалища на відстані 50 м та 200 м. Результати аналізу показників складу ґрунту у 2016 року приведено в табл. 3.7.

Згідно з отриманими результатами аналізу вміст таких забруднювачих речовин як нітрати, мідь, сірка, нікель, кобальт, хром, свинець відповідали нормативам гранично-допустимих концентрацій. Бачимо збільшення вмісту забруднюючих речовин у ґрунтах порівняно з фоном та ГДК по азоту амонійному в 2–4 рази, залізо – 2–10 рази, кадмій та хлоридам – в 2–6 рази.

Проведено додаткові дослідження динаміки середньої кількості міді та цинку в ґрунті сміттєзвалища в районі Корбутівка м. Житомира за 2015-2018 р. на відстані 5, 10 та 50 м, виявлено перевищення їх нормативного вмісту. Результати досліджень приведено на рис.3.13 – 3.14.

Таблиця 3.7

Результати дослідження складу ґрунтів поблизу звалища та біля дренажного колодязя (2016 рік) [261, 262]

Назва \ місце відбору проб	Земельна ділянка знаходиться від території звалища в напрямку с. Сонячне			Земельна ділянка знаходиться від території звалища в напрямку вул. Андріївська			Земельна ділянка знаходиться за дренажною каналом в Пд-Зх напрямку від звалища		Нормативний вміст (ГДК)
	50 м	200 м	фонова	50 м	200 м	фонова	10 м	фонова	
pH	5,7	5,98	5,8	6,45	6,54	6,62	6,9	5,42	5,8
Амоній азоту	36,86	29,82	17,32	52,24	49,4	28,5	68,58	40,7	17,3
Залізо	44	32,02	29,12	40,72	15,86	15,18	224,29	125,2	29,1
Кадмій	0,08	0,13	0,1	0,19	0,18	0,08	0,22	0,15	0,1
Кобальт	0,01	0,01	0,01	0,41	0	0,36	0,77	0	5
Марганець	22,36	23,94	18,9	27,68	18	34,06	42,58	14,3	1500
Мідь	0,55	0,43	0,23	2,53	0,34	2,14	0,83	0,5	3
Нікель	0	0,12	0	0,7	0,06	0,7	0,52	0	4
Нітрати	2,2	1,76	1,31	0,45	0,34	0,73	128,4	1,7	130
Свинець	0,84	1,33	1,02	3,71	1,9	8	2,36	2,3	32
Сірка	14,86	14,13	13,8	16,1	15,5	16	54,8	17,4	160
Хлориди	68,07	51,05	51,05	68,07	34,03	34,03	204,3	34,1	51
Хром	0	0	0	3,1	0,7	2,93	3,5	0	6
Цинк	11,59	14,9	23	9,78	1,39	20,02	5,2	1,2	23

Аналіз результатів показує, що вміст цинку перевищували їх у 1,4-1,5 рази (31-35 мг/кг при нормі 23 мг/кг) та міді - в 1,5-2 рази (4,5-6,0 мг/кг при нормі 3,0 мг/кг). Причому найбільші значення спостерігаються ближче до меж полігону [262].

Спостерігається перевищення вмісту шкідливих речовин у ґрунтах порівняно з фоном та ГДК за нітрогеном амонійному в 2–4 рази, ферум – 2–10 рази, кадмій та хлоридам – в 2–6 рази. Визначено, що найбільший рівень забруднення спостерігається в місцях наближених до границь полігону. За існуючої кількості утворюваних ТКВ, полігон досить довго буде одним з небезпечних забруднювачів ґрунтів. Це негативно впливає на самопочуття людей, що вживають продукцію, яка вирощена на землях сільських районах.

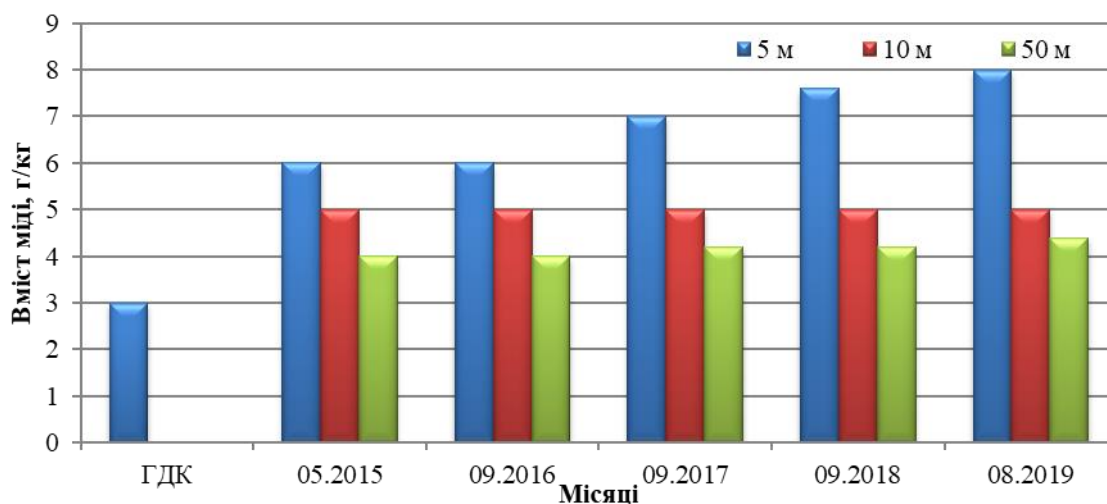


Рисунок 3.13 – Вміст міді в ґрунтах санітарно-захисної зони полігона ТПВ м. Житомира 2015- 2019 р.р.

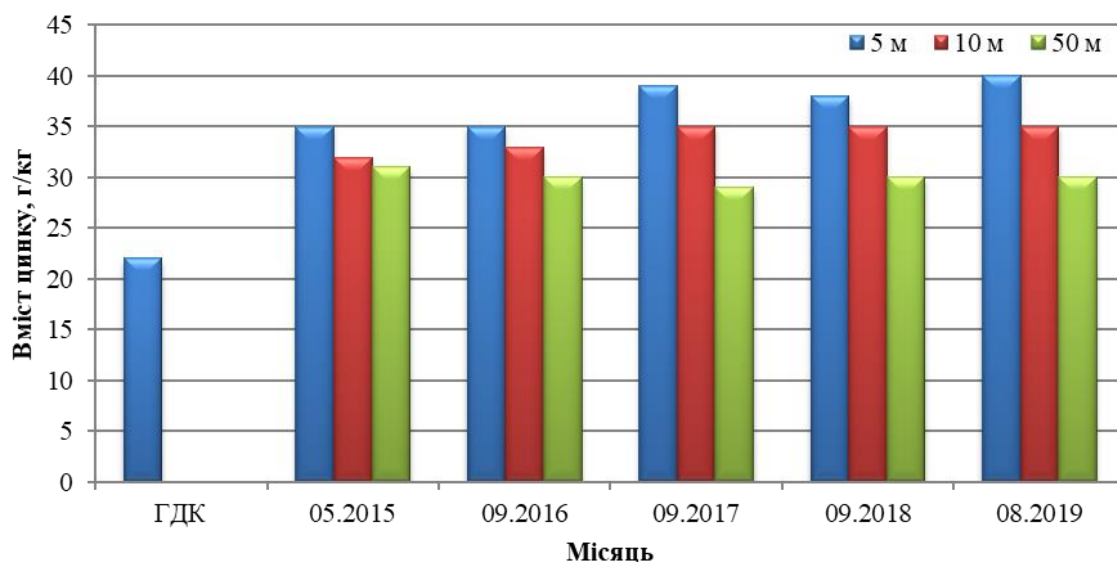


Рисунок 3.14 - Вміст цинку в ґрунтах санітарно-захисної зони полігона ТПВ м. Житомира перемалювати та зробити дати 2015 - 2019 рр.

Таким чином, результати дослідження показують, що полігони ТПВ є джерелами негативного впливу на селітебні території. Основним його фактором є надходження в навколишнє середовище високотоксичного фільтрату. Нескінченно істотно відкривати площі особливо забруднених ділянок земель, аби уникнути вживання продукції в сільськогосподарських цілях й отримати заходи для покращення особливостей якості ґрунтів на пошкоджених ділянках.

3.5. Особливості впливу полігону на гідрологічний режим окремих територій

В попередніх дослідженнях розглядається питання визначення складу фільтрату, що утворюється в тілі полігону. Проте окремої уваги потребує моніторингове дослідженням водойм – водоприймачів і водотоків території ОТГ, що пов'язано питань заощадження поверхневих вод від виснаження й забруднення подібними сильними факторами як сміттєзвалища та полігони ТКВ, кількість і обсяги яких постійно зростають.

Вплив полігонів на гідрологічний режим окремих територій будемо розглядати на прикладі Житомирського полігону ТПВ, який за морфологічним складом твердих побутових відходів, розміщенням, природними умовами, технологічним процесом є типовим для України.

Місце розташування полігону: з північної та західної сторони – ліс, з заходу – затоплений кар'єр, з півдня – гаражний кооператив, за яким знаходиться ще один затоплений кар'єр та протікає річка Крошенка. Гідрографічна мережа в районі – це довготривалі й швидкоплинні водотоки, які зараховуються до басейну річок Тетерів, Случ, Ірша, Гуйва, Гнилоп'ять, Убороть, які протікають на території Житомирського району.

Річка Крошенка є лівою притокою річки Кам'янки (притока річки Тетерів басейну Дніпра). Довжина річки 14 км. Площа басейну 57,2 км². За класифікацією в структурі гідрографічної мережі річка Тетерів належить до середніх річок I категорії водокористування і є джерелом питного водопостачання м. Житомира та низки навколишніх сіл. Річки Гуйва, Гнилоп'ять, Крошенка - малі річки II категорії водокористування [263].

Рельєф досліджуваної території в основному рівнинний. Основу формування річкового стоку становлять атмосферні опади.

Внаслідок експлуатації полігону спостерігається перерозподіл поверхневого стоку, а отже зміна живлення місцевих водотоків. Загромадження значної площі землі ТКВ та заповнення кар'єрів знищує частину річкової системи за рахунок

змін притоку ґрунтових вод, які впливають на густину річкової мережі і площу водозбирання. Скорочення річкового стоку трапляється завдяки поглинання полігоном погодних опадів та числа поверхневого стоку, використовуються при перетворенні ТПВ в тілі полігону. Розрахунок площі водозбору виснажує водні запаси поверхневих водотоків й водойм.

Завдяки сусідства звалища ТПВ, самовільні скиди неочищених каналізаційних вод жителями приватного сектора і хімічне засмічення окремих членів гаражного кооперативу, положення води ґрунтовно погіршується. Дослідження, проведені в 2018, показали загострений рівень забруднення порівняно з основними річками області: Тетерів, Убороть, Ірша, Случ, Норинь (табл. 3.8.). Структура хімічних речовин у воді збільшує можливі значення нормативних умов до якості води.

Таблиця 3.8

Порівняльний аналіз якості стану води в річках Житомирської ОТГ, 2018 р.

Показник	Позначення одиниці вимірювання	Результат вимірювання (р. Крошенка)	Максимальний показник у Житомирській області		Мінімальний показник у Житомирській області	
Сульфати	мг/дм ³	531,0	р. Случ	92,8	р. Норинь	28,3
ХСК	мгО ₂ /дм ³	102,1	р. Убороть	39,3	р. Норинь	29,8
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	48,6	р. Ірша	334	р. Норинь	5,26
Азот амон.	мг/дм ³	1,56	р. Тетерів	1,19	р. Ірша	0,69
Нітрити	мг/дм ³	0,01	р. Случ	0,164	р. Норинь	0,027
Залізо заг.	мг/дм ³	6,08	р. Убороть	1,33	р. Случ	0,8

Вплив полігону Житомирського полігону на гідрохімічний стан поверхневих вод фіксують за зміною складу вод поверхневих водотоків й водойм співзвучно зі зміною хімічного складу фільтрату після спільної мінералізації та окремими елементами й зі збільшенням фонових концентрацій інгредієнтів поверхневих вод.

Для показників розчиненого кисню (РК), хімічного споживання кисню (ХСК), біологічного споживання кисню (БСК) та активної реакції (рН) середні значення для р. Тетерів та р.Гуйва водойм є типовими, а стан контамінації водойм однорідним.

Таблиця 3.9

Статистично-варіаційні показники органічного забруднення води поверхневих водойми, у середньому за період 2015-2016 рр.

	рН		РК, мгО ₂ / дм ³		БСК-5, мгО ₂ / дм ³		ХСК, мгО ₂ / дм ³		Нітрати, мг/ дм ³		Нітрити, мг/ дм ³		Аміак, мг/ дм ³	
	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації
р. Тетерів	7,40	4,54	9,73	21,76	9,68	16,36	24,17	21,80	7,45	48,11	0,03	93,62	0,31	81,74
р.Гуйва	7,43	5,24	9,95	14,87	9,28	16,40	21,87	23,93	8,97	55,76	0,02	83,58	0,32	63,81
р.Крошенка	7,43	5,29	3,24	43,97	50,99	80,17	100,91	83,11	12,54	43,55	0,03	75,31	1,54	90,13

Показники органічного забруднення води поверхневих водойми р.Крошенка суттєво відрізняються. Характерним є висока мінливість всіх показників, що свідчить про неконтрольований антропогенний вплив зовнішніх забруднювачів. Коефіцієнт варіації та детермінації нітритів становив: для р. Тетерів - 93,6 %, р. Гуйва - 83,6 %. Висока мінливість характерна для концентрацій нітритів та нітратів у всіх досліджуваних водоймах.

Найбільш однорідним показником для досліджуваних річок є рН, який характеризується стабільністю і визначається гідрогеологічними та гідрохімічними умовами формування якості води. Усі досліджувані водойми за даним показником належать до водойм

Встановлення розчиненого кисню у воді є величезне значення для характеристики санітарної системи відкритих водойм. У річках з чистою водою насичення киснем має бути більше 50%. Рухи самоочищення водойм не переймаються в тому випадку, якщо зміст розчиненого кисню не менше 4 мг / л. Зменшення кількості розчиненого кисню у воді водойм до 1,5-2 мг/л призводить до загибелі риби, досягаючи критичного стану при його концентрації біля 1 мг/л.

За цими показником досліджувані водойми відповідали встановленим нормативам. Слід сказати, що вміст розчиненого кисню в р.Крашенка є найнижчим. На рис. 3.15 представлена динаміка зміни значень розчиненого кисню в досліджуваних водоймах за період 2010-2018 р.р. Максимальний вміст розчиненого кисню становив 12,8 мг $O_2/дм^3$ у р. Тетерів (2013 р.), мінімальний - 3,24 мг/ $дм^3$ у р. Крошенка (2017 р.)

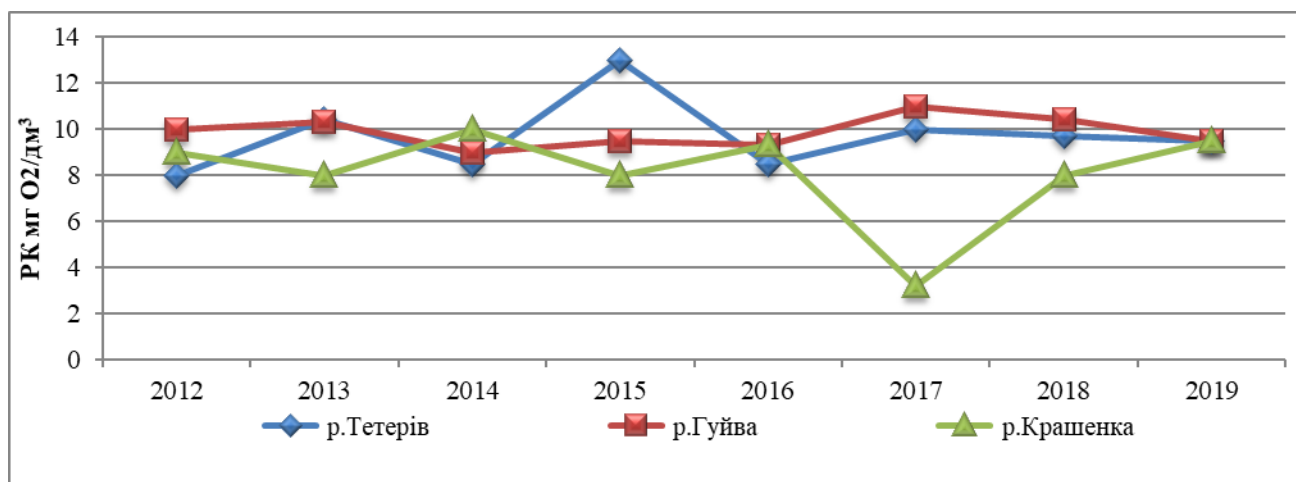


Рисунок 3.15 - Динаміка розчиненого кисню у воді поверхневих водойм

Житомирського району

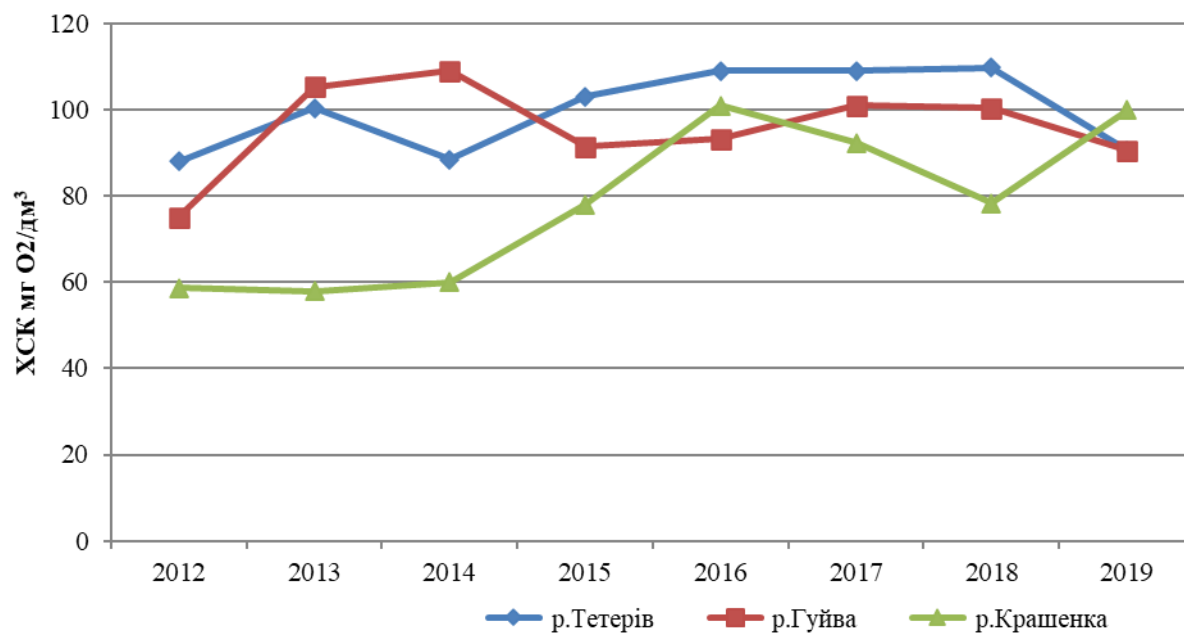


Рисунок 3.16 - Динаміка ХСК у воді поверхневих водойм Житомирського району

Хімічне споживання кисню (ХСК) упродовж 2010-2018 рр. змінювалось для р.Тетерів від 18,8 до 29,5 мг $O_2/дм^3$, для р. Гуйва - від 16,0 до 26,5 мг $O_2/дм^3$, для р. Крашенка - від 28,6 до 100,91 мг $O_2/дм^3$ (рис. 3.15). Згідно СанПіН № 34630-88 ХСК не повинне перевищувати 30 мг $O_2/дм^3$ р. Гуйва, Крошенка, та 15 мг $O_2/дм^3$ - для р. Тетерів. При цьому, чисті поверхневі води мають ХСК в межах 10-15 мг $O_2/дм^3$. Отже, за даним показником спостерігали його перевищення у воді р. Тетерів у 1,2-2,0. Перевищення показника для р. Крошенка в досягало до 3,3 разів.

У воді умовно чистих водойм БСК-5 становить 2-4 мг $O_2/дм^3$, у воді чистих водойм БСК-5 менше 2 мг $O_2/дм^3$, у воді забруднених водойм понад 4 мг $O_2/дм^3$. За результатами досліджень всі водойми належать до забруднених та дуже забруднених [264].

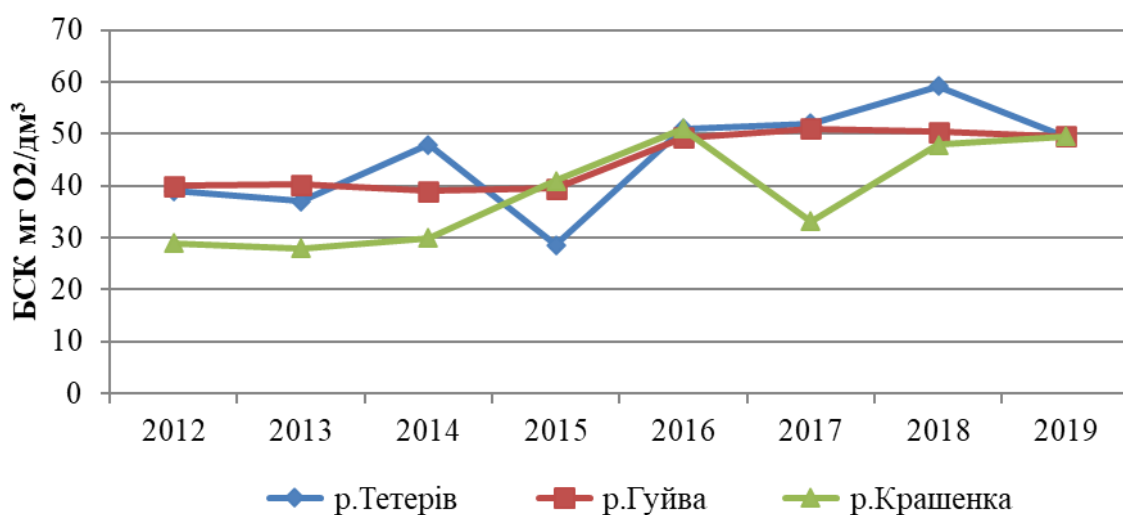


Рисунок 3.17 – Динаміка БСК у воді поверхневих водойм Житомирського району

За показником БСК-5 з усіх досліджуваних водойм найбільш забрудненою є р.Крошенка, середнє значення БСК-5 за 9 років становило 42 мг $O_2/дм^3$, найменш забрудненою - р. Гуйва, середнє значення становило 9,3 мг $O_2/дм^3$, що перевищує нормативне значення (4 мг $O_2/дм^3$) відповідно в 10 та 1,5 рази. На протязі 9 років середнє значення БСК-5 для р. Тетерів становило 9,7 мг $O_2/дм^3$, що в 3,2 рази перевищує допустимий норматив [265-266].

Одержані дані свідчать, що в теперішніх умовах перевищує забруднення органічного походження. Це пов'язано із забрудненням поверхневих водойм не очищеними або недостатньо очищеними оборотними водами господарсько-побутової каналізації та підземним стоком забруднених ґрунтових вод та впливом Житомирського полігону ТКВ.

За дев'ятирічних досліджень спостерігається стійка тенденція до накопичення магнію, натрію, калію, карбонатів, фосфатів. Підвищення вмісту, якщо порівнювати з фоновими концентраціями майже всіх компонентів і розвитком до подальшого накопичення говорить про те, що стійкість природного середовища до антропогенного впливу полігону можна вважати вичерпаною [267].

Отже, результати дослідження свідчать, що поверхневі води в районі розташування Житомирського полігону є непридатні для домашнього питного й культурно-оздоровчого водокористування. Використання даними водами робить природоохоронну загрозу для життя й здоров'я населення та формує велике негативну протидію на довкілля.

Висновки до розділу 3

Аналіз системи управління твердими комунальними відходами м.Житомира та Житомирської області виявив системні проблеми у сфері поводження з ТКВ, її фрагментарність, відсутність взаємодії між органами державного управління, службами охорони довкілля та місцевою громадою, що не забезпечує достатнього рівня контролю за санітарним станом територій, а також збиранням, транспортуванням, утилізацією комунальних відходів.

Результати дослідження морфологічного складу ТКВ Житомирської ОТГ та області показали його постійну змінюваність. Визначальними факторами впливу на морфологічний склад ТКВ є природно-кліматичні умови, сезонність, термін накопичення, рівень благоустрою помешкань, наявність системи роздільного збору і рівень розвитку ринку вторинної сировини. Крім того, він значно змінюється з часом, залежить від джерела утворення ТКВ та від типу території.

Для дослідження впливу на стан довкілля та здоров'я населення проводився аналіз впливу полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ на стан навколишнього середовища регіону полігону та прилеглих територій.

Аналіз фізико-хімічних характеристик фільтраційних вод полігону ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади за період 2013–2018 роки виявив значне перевищення гранично допустимих концентрації фосфатів, заліза, кобальту, кадмію, свинцю, показників ХСК та БСК, лужність та жорсткість.

Результати дослідження впливу полігону на ґрунти показують, що полігони ТПВ є джерелами негативного впливу на селітебні території. Основним його фактором є надходження в навколишнє середовище високотоксичного фільтрату. Відбувається перевищення вмісту шкідливих речовин у ґрунтах порівняно з фоном та ГДК по нітрогену амонійному в 2–4, феруму – 2–10 рази, кадмій та хлоридам – в 2–6 рази. Аналіз впливу полігону на гідрологічний режим окремих територій показав, що поверхневі води в районі розташування Житомирського полігону є непридатними для побутово - питного і культурно - оздоровчого водокористування.

За існуючої кількості утворюваних ТКВ, полігон досить довго буде одним з небезпечних забруднювачів довкілля. Підвищення вмісту, якщо порівнювати з фоновими концентраціями майже всіх компонентів і розвитком до подальшого накопичення говорить про те, що стійкість природного середовища до антропогенного впливу полігону можна вважати вичерпаною. Це негативно впливає на самопочуття людей, що вживають продукцію, яка вирощена на землях сільських районах. Об'єкт є зразковим для України, а тому може бути використаний як пілотний для розробки системи управління твердими комунальними відходами на регіональному рівні.

РОЗДІЛ 4

ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

4.1. Використання моделі системної динаміки Форрестера для прогнозування стану екологічних систем

Як було визначено у попередніх розділах, регіональна програма поводження з відходами має формуватися в напрямку реалізації стратегії сталого розвитку. Метою програми є забезпечення зниження кількості утворення відходів для об'єднаних територіальних громад, як джерела техногенного та антропогенного забруднення довкілля. Ця проблема виникає внаслідок споживчого відношення до довкілля та низького коефіцієнту використання ресурсів. Основою для впровадження регіональної програми на основі логістичного підходу є інформація щодо динаміки змін накопичення відходів та їх фізико-хімічних властивостей в коротко- та довгостроковій перспективі. Всілякі матеріали повинні бути зосереджені й проаналізовані, попередньо ніж громада прийме та запровадить будь-який підхід до управління відходами або комбінацію підходів. Профіль відходів громади, види та кількість відходів, що утворюються, можливість реально запобігти їх утворенню через скорочення джерел й рекуперацію відходів, є обов'язковою умовою для розроблення успішної програми управління відходами.

Прогнозування обсягів утворення твердих комунальних відходів здійснюється для розробки заходів Регіональної програми поводження з відходами. Моніторинг ТКВ має здійснюватися на визначенні основних умов їх утворення та прогнозуванні динаміки змін в процесах утворення відходів в ОТГ та їх компонентів. Здійснення такого прогнозу дозволить передбачити зміни стану довкілля, щоб за їх результатами пропонувати оптимальні варіанти здійснення

господарсько-економічних заходів для забезпечення екологічної безпеки в сфері поводження з відходами в територіальних громадах.

Отже, для результативного управління в сфері твердих комунальних відходів першочерговим завданням є аналіз та моделювання об'ємів утворення твердих побутових відходів, математичне прогнозування та дослідження морфологічного складу відходів шляхом зміни різних еколого-соціальних чинників, які впливають на склад ТКВ в області.

Аналіз передбачає використання різних методів моделювання, таких як оптимізація, економетрія, аналіз вводу-виводу, багатофункціональний аналіз та моделювання системної динаміки. Використання методів математичного моделювання дозволяє описувати кількісні характеристики складних взаємин людини з навколишнім середовищем для прийняття екологічно відповідальних рішень при впровадженні стратегій сталого розвитку.

Таким чином, доцільно розробити метод прогнозування змін чинників утворення комунальних відходів на основі даних про нормативи накопичення ТКВ і моніторингу основних суспільно-демографічних характеристик ОТГ на період до 20 років.

Є кілька методологічних підходів до прогнозування обсягів утворення ТКВ. Існуючі методи прогнозування динаміки зміни якості навколишнього середовища мають свої особливості. Одні з них потребують збору великого обсягу вхідних даних, калібрування і верифікацію моделей, що вимагає значних матеріальних ресурсів та витрат часу (наприклад, К-модель турбулентності дифузії [268]). Застосування більш простих для практичної реалізації методів часто дає лише наближену оцінку, наприклад, як при розрахунку кратності розведення стічних вод [269].

Найчастіше використовують методи балансових модифікацій, факторних модифікацій; статистичних модифікацій та системної динаміки [270, 271]. Згідно методу балансових модифікацій утворення відходів розцінюється за відомостями в області застосування продукту, торгівлі, використання товарів, які створюють потоки відходів. Метод факторних модифікацій базуються на даних умов, що

відображують рух утворення відходів (прибуток на сім'ю, вид житла, вид опалення та ін). Статистичні модифікації – це статистичні закономірності зміни обсягів утворення ТКВ.

В роботі [272] авторами обґрунтовано можливість використання моделі системної динаміки розвитку міста Форрестера-Грехема для оцінки стану довкілля міста Києва. В дослідженні запропонована модифікована імітаційна модель, яка включає в себе можливості асиміляції космічної інформації дистанційного зондування Землі та відображає динаміку змін структури складових урболандшафту та деяких еколого-соціальних факторів.

Методологія системної динаміки Forrester є основою побудови комп'ютерних моделей складних систем (Forrester 1968). Методика зможе пропорційно розглядати структуру, узгодження і режим дії непротих соціально-економічних, науково-технічних й екологічних систем. Отже, шлях до динаміки системи є переважно ефективним для вирішення цього типу складних задач, оскільки дозволяє обробляти всі взаємопов'язані змінні, що можуть впливати на поведінку системи.

Системна динаміка як метод імітаційного прогнозування охоплює в себе структурування об'єкту; концепцію цілої діаграми об'єкта, де вказуються зв'язку серед елементів; затвердження гіпотез про залежність будь-якого темпу зростання через нестійких і формальне подання даних гіпотез; встановлення нестійких для кожного інгредієнта й темпів їх збільшення; хід оцінки впроваджених параметрів за допомогою майбутньої статистики.

В кінцевому підсумку виконання згаданих акцій набуваємо динамічну модифікацію предмета в варіанті стандартизованої налагодженості звичайних відмінних або різницевих рівнянь, де в справедливих частках можуть мати у своєму розпорядженні простір запізнення. Споруджена таким типом модель, в більшості випадків, надзвичайно складна, щоб була можливість її аналітичного дослідження. Отже поняття про допустимі режими дії і розвитку предмета дістаються за допомогою обчислювальних експериментів, в яких модифікуються

початкові гіпотези, початкові умови, значення параметрів, сценарії для екзогенних змінних.

Для розробки моделей для системного моделювання відходоутворення міста було запропоновано метод, який засновано з урахуванням врахуванні ієрархії і причинно-наслідкових зв'язків між модулями складної системи на основі системної динаміки Д. Форрестера [268, 269].

Метод системної динаміки особливо підходить для моделювання складних систем, таких як система поводження з відходами. В дослідженнях [273, 274] представлено результати моделювання системної динаміки як новий аналітичний підхід для прогнозування як утворених комунальних відходів та пов'язаних з цим витрат на захоронення в районах, що розвиваються. Такий підхід сприяє визначенню морфологічного складу відходів, щоб муніципалітети могли керувати повторним їх використанням та визначити доцільність оптимальної переробки, шляхом проведення порівняльного аналізу витрат на захоронення. Це дослідження розглядає кількість населення як фактор для прогнозу загального обсягу відходів, що утворюються та переробляються разом із пов'язаними витратами та економією витрат на захоронення. Підхід був застосований до досліджень в Наблусі і демонструє оцінку кількості та склад утворених відходів. Кількість та склад твердих побутових відходів оцінювали з метою визначення можливостей переробки відходів у муніципалітеті Наблус. Модель системної динаміки дозволяє передбачити кількість кожного генерованого компонента, такого як пластик та метали, разом із витратами на переробку чи утилізацію.

Таким чином, для розробки моделі системної динаміки Форрестера систему управління відходами формуємо з двох складових - рівнів та оцінок. Рівні характеризують накопичені знання про властивості ТКВ та методи поводження з ними; генерують значення змінних, які накопичені в результаті різниці між вхідними та вихідними потоками. Потоки характеризують швидкості зміни рівнів. Наприклад, потоки матеріалів, грошових коштів, робочої сили, устаткування, інформації.

Методологія дозволяє пропорційно розглядати структуру, узгодження й режим дії непростих соціально-економічних, науково-технічних і природоохоронних систем. Метод полягає у формуванні концептуальної моделі та розробці математичної моделі, яку складають математичні рівняння, що ґрунтується на причинно-наслідкових відношеннях у системі та описують впливи у системі, що моделюється. Отже, підхід системної динаміки є найбільш достовірним способом для вирішення цього типу складних задач, оскільки дає можливість визначати всі взаємопов'язані змінні, що можуть впливати на поведінку процесів. Схема проєктування та використання моделі системної динаміки приведена на рис. 4.1.

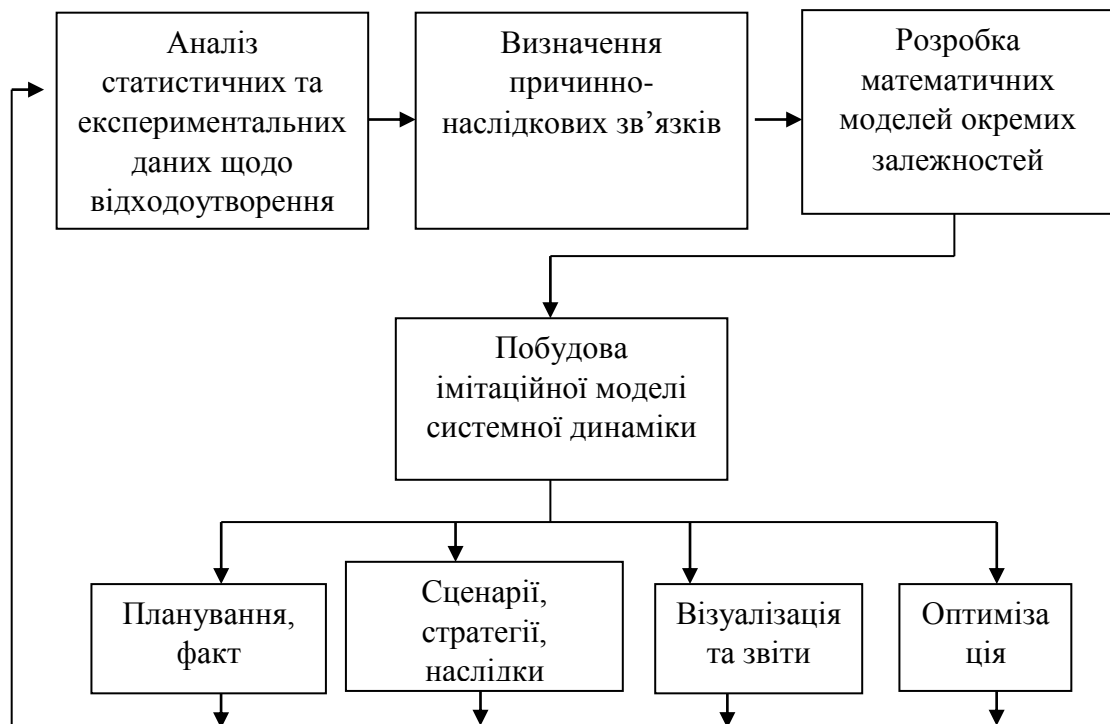


Рисунок 4.1 – Схема проєктування та використання моделі системної динаміки

Першим етапом моделювання є аналіз статистичних та експериментальних даних щодо відходоутворення. Тобто, розглядається процес відходоутворення, обумовлюється термін вивчення, вивчаються ретроспективні відомості попередніх років, формуються умови, вплив яких при зміні обсягів ТКВ потрібно визначити. За результатами проведеного аналізу визначаються причинно-

наслідкові зв'язки. Розробляються математичні моделі окремих залежностей для цього будують рівняння регресії на основі статистичних даних певного періоду. Коефіцієнти моделі визначають методом найменших квадратів.

Таким чином, для прогнозування кількості виходів будемо застосовувати імітаційне моделювання. Імітаційну модель системної динаміки можна розробляти двома підходами - за допомогою використання математичних методів, наприклад, нейронної мережі та засобами, наприклад, середовища AnyLogic 7.

Впровадження моделі системної динаміки передбачає розробку математичних залежностей динаміки показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ, вплив цих показників на морфологічний склад відходів та моделювання гідрохімічних показників фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ.

4.2. Моделювання впливу показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ та області на процеси відходоутворення

Розробка математичних моделей окремих залежностей починається з постановки завдання та вибору вихідних даних. В розділі 3 представлено результати аналізу стану поводження з відходами попередніх років. Одержані експериментальні результати дозволяють побудувати поліноми, які описують потоки для моделі системної динаміки як базу для прогнозування динаміки кількісного складу морфологічних відходів ТКВ по середнім значенням за досліджувані роки.

Аналіз процесу накопичення ТКВ у Житомирській об'єднаній територіальній громаді та Житомирської області виявив залежність їхньої структури і об'ємів від таких чинників: природно-кліматичні умови, сезонність, термін накопичення, рівень благоустрою помешкань, наявність системи роздільного збору і рівень розвитку ринку вторинної сировини. Під контроль взято ті фактори, які значно впливали на вихід досліджуваного об'єкта, якщо сума була великою, приходили до відсіювання менш значних факторів.

Обробка експериментальних даних здійснювалась методом найменших квадратів, який дозволяє представити емпірично-статистичні моделі у вигляді регресійних рівнянь. Побудовані регресійні моделі дають можливість:

- упорядкувати або агрегувати інформацію щодо стану поводження з відходами;
- кількісно оцінювати та змістовно інтерпретувати причинно-наслідкові зв'язки між рівнем забруднення довкілля, кількістю ТПВ та змінами показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ та області;
- ідентифікувати параметри розрахункових рівнянь, їх зміну в часі і просторі тощо [275].

Відомо, що кількісні та якісні характеристики комунальних відходів залежать від джерел їх утворення. Загалом, до них належать: папір, картон, скло, метали, пластик, біовідходи, дерево, текстиль, упаковка, відходи електричного та електротехнічного обладнання, відпрацьовані акумулятори, акумулятори та акумулятори, а також сипучі відходи.

Точної інформації про склад та кількісні показники поводження з комунальними відходами у Житомирі на момент дослідження не було. Тому для прогнозування використовували підхід "припущення". Дані 2016 року сформували "нульову гіпотезу". Населення Житомира: у 2016 році - 267,6 тис. осіб. На кожні 1000 народжених та смертних випадків було 10,4 та 16,2 відповідно. Вихідними даними для побудови моделі системної динаміки визначено початкові значення системи поводження з ТПВ Житомирської ОТГ (табл. 3.1) на 2016 рік, які використовуються для прогнозування результатів щорічно до 2021 року [243]. Різниця між народженнями та смертю визначає кількість населення для обчислення кількості утворених відходів. Отже, різниця між народжуваністю та смертністю визначає кількість населення (C_n), яка використовується для обчислення обсягу утворення відходів (Q). Темп приросту населення використовувався для розрахунку генерації відходів. Обсяг утворення ТПВ залежить від обсягу житлового фонду (G_t), показників роздрібної торгівлі та

громадського харчування (P_n), промислового виробництва (R_n) та доходів домогосподарств (D).

Обробка експериментальних даних здійснювалась методом найменших квадратів. Результати апроксимації динаміки показників соціально-економічного розвитку Житомирської об'єднаної територіальної громади приведено на рис. 4.2 та табл.4.1. Адекватність одержаних моделей визначалась за коефіцієнтом детермінації (R^2).

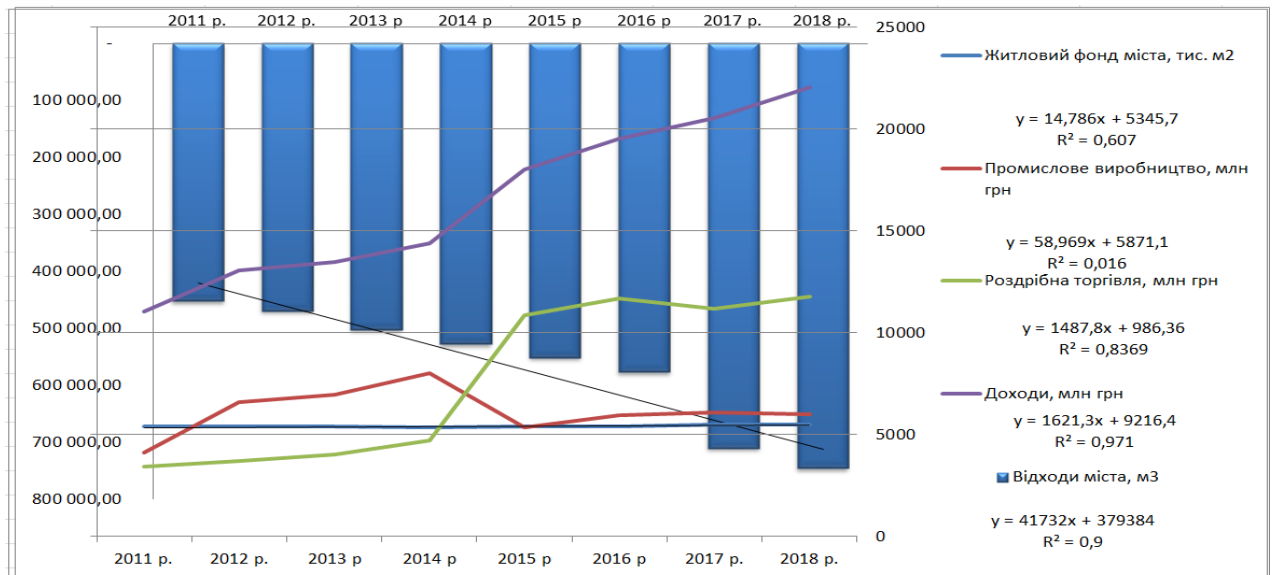


Рисунок 4.2 – Динаміка показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ

Таблиця 4.1

Математичні моделі показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ

Чинники	Вид математичної моделі	R^2
Чисельність населення, тис. осіб	$C_n = -0,9883c + 273,89$, де c - кількість населення в регіоні, тисячі осіб	0,9137
Житловий фонд міста, млн. м ²	$G_t = 14,786 g + 5345,7$, де g - площа житла, млн. кв.м	0,6072
Промислове виробництво, млн грн	$R_n = 58,969r - 5871,1$, де r - промислове виробництво, млн. грн	0,8467
Роздрібна торгівля, млн. грн	$P_n = 1487,8p - 986,36$, де p - показники роздрібноі торгівлі та громадського харчування, млн. грн	0,8434
Доходи, млн грн	$D = 108,07d^2 - 433477d$, де d - дохід домогосподарств, млн. грн	0,9861
Відходи міста, м ³	$Q = 41732q + 379384$, де q - кількість утворених відходів, м ³	0,9027

Одержані моделі адекватно описують досліджуваний процес і їх можна використовувати для подальших досліджень.

Статистика розмірів ТКВ, що вивозяться демонструє їх систематичну зміну. Спільну спрямованість в останні роки був прогрес розмірів транспортування, що вказує апроксимація результатів [276].

Експериментальні дані для оцінки утворення відходів Житомирської області приведено в табл.4.2.

Таблиця 4.2

Дані для прогнозування відходів Житомирської області

Фактор	Роки								
	Фактичні								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
c_n , тис. чол.	1294,2	1285,8	1279	1273,2	1268,9	1262,5	1256	1247,5	1240,5
g_n , тис. м ²	33,2	33,3	33,4	33,6	33,6	33,6	33,7	33,7	33,8
p_n , грн.	10742636	12051666	14360696	16352892	16411960	21094003	25737642	33638508	20414601
r_n , млн. грн.	4143,1	5028	6567,7	7222	7914,1	9362,7	10793,6	11886,7	12593
d_n , млн. грн.	20655	26124	30069	34110	34947	36814	44068	51618	54536
q_{TKB} , м ³	6145,2	6296,6	6646	7166	6630,7	5999,7	4658,8	5049,7	5254,6

Результати апроксимації динаміки показників соціально-економічного розвитку Житомирської області приведено на рис. 4.3 та табл.4.3. Адекватність одержаних моделей визначалась за коефіцієнтом детермінації (R^2).

Таблиця 4.3

Математичні моделі залежності показників соціально-економічного розвитку Житомирської області

Чинники	Вид математичної моделі	R^2
Чисельність населення, тис. осіб	$C_n = -6,44 c + 1299,7$, де c – кількість населення в регіоні, тисячі осіб	$R^2 = 0,9951$
Житловий фонд міста, млн. м ²	$G_t = 0,07 g + 33,194$, де g – площа житла, млн. кв.м	$R^2 = 0,9124$
Промислове виробництво, млн грн	$R_n = 1082,8 r + 2976,1$, де r – промислове виробництво, млн. грн	$R^2 = 0,9927$
Роздрібна торгівля, млн. грн	$P_n = 2182,4 p + 8066,3$, де p – показники роздрібної торгівлі та громадського харчування, млн. грн	$R^2 = 0,6841$
Доходи, млн грн	$D = 4045,1d + 16768$, де d - дохід домогосподарств, млн. грн	$R^2 = 0,9651$
Відходи міста, м ³	$Q = -207,4q + 7020$, де q – кількість утворених відходів, м ³	$R^2 = 0,466$

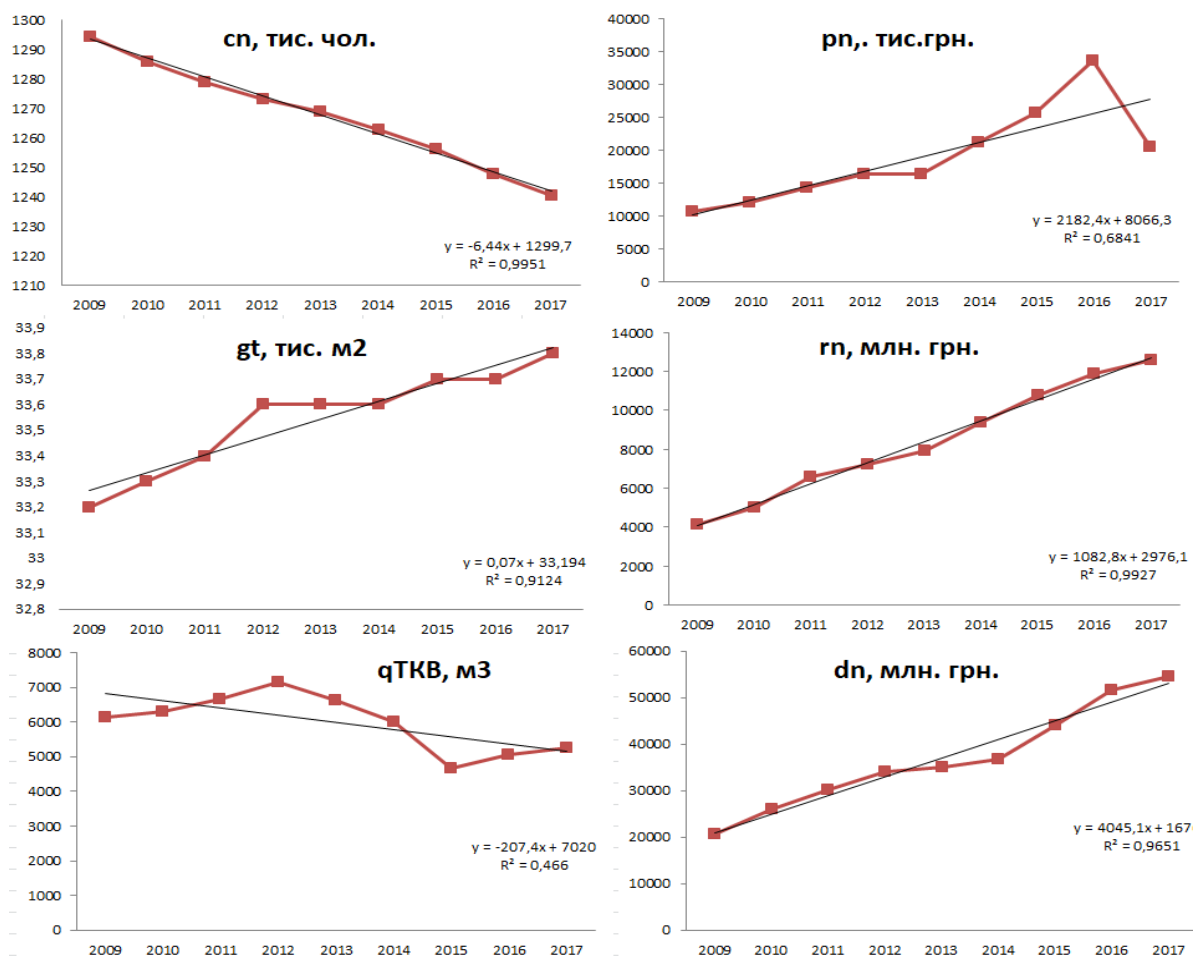


Рисунок 4.3 –Динаміка показників соціально-економічного розвитку Житомирської області

Таким чином, математична обробка одержаних раніше експериментальних даних методом найменших квадратів дозволила одержати математичні моделі залежності показників соціально-економічного розвитку м.Житомира та Житомирської області. Одержані математичні моделі, які описують динаміку змін кількості населення (C_n), обсягу житлового фонду (G_t), промислового виробництва (R_n), показників роздрібної торгівлі та громадського харчування (P_n), доходів домогосподарств (D) та динаміку обсягу утворення відходів (Q), адекватно описують досліджувані процеси і можуть бути використані для прогнозування соціально-економічного розвитку ОТГ [277, 278].

4.3. Моделювання змін морфологічного складу твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ

Для дослідження змін вмісту органічних, полімерних, картонно-паперових та металевих відходів в складі ТПВ за результатами експериментальних досліджень (розділ 3.2, табл.3.4), виконано їх апроксимацію регресійними рівняннями n-го порядку. В загальному вигляді математична модель залежності вмісту окремих компонентів в складі відходів від ВРП має вигляд:

$$W = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \times V^i, \quad (4.1)$$

де W – масова частка компонента відходів, %,

a_0, a_i – коефіцієнти поліному,

n – чисельність точок експериментальних даних, які потрібні для апроксимації,

V – кількість валового регіонального продукту за роками, млрд грн.

За останні роки морфологічний склад ТКВ Житомирської ОТГ та області змінився. Вони містять відчутне число дорогих матеріалів, таких як сталь, мідь, алюміній і інші метали. З'явилися такі фракції в складі ТКВ, як посуд разового використання, полімерна тара, картонна тара й пакування з нанесеним кольоровим друком. Морфологічний склад відходів зазнав значних змін в таких елементах: посилилась харчова частина відходів й пластмас; зменшилась кількість макулатури (папір, картон). Прогнозування будемо проводити за основними компонентами, які є найбільш цінними як вторинна сировина, та стрімко змінюється з часом. Це органічні, полімерні, картонно-паперові та металеві відходи, які мають фінансову привабливість.

На рис. 4.4 представлено результати математичного моделювання змін складу органічних, полімерних, картонно-паперових та металевих відходів.

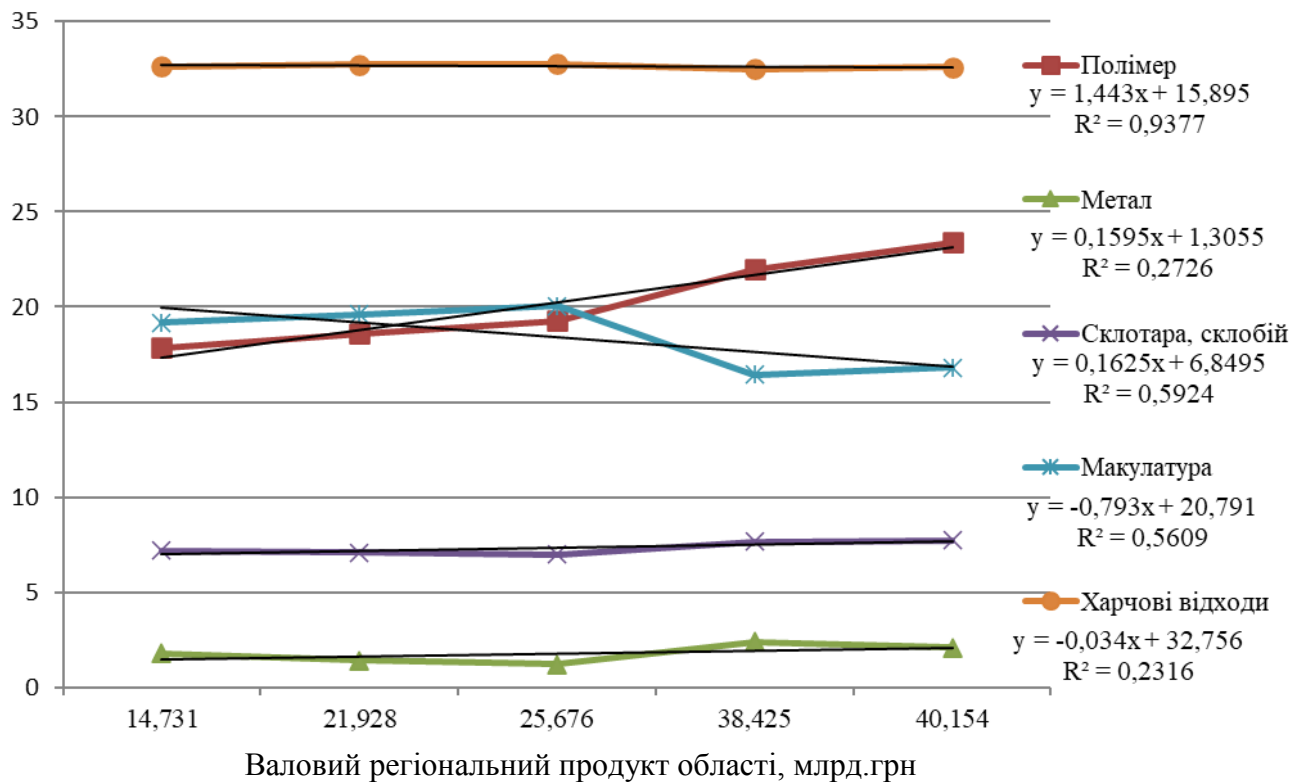


Рисунок 4.4 – Залежність вмісту органічних, полімерних, картонно-паперових та металевих компонентів в складі відходів від ВРП

В табл. 4.4 представлені залежності динаміки змін вмісту органічних, полімерних, картонно-паперових та металевих відходів в складі ТПВ від валового регіонального продукту

Таблиця 4.4

Залежності вмісту органічних, полімерних, картонно-паперових та металевих відходів в складі ТПВ від валового регіонального продукту

Вміст відходів в складі ТПВ	Вид математичної моделі	R ²
Органічних	$W_1 = -0,034v + 32,756$	R ² = 0,8316
Полімерних	$W_2 = 1,443v + 15,895$	R ² = 0,9377
Картонно-паперових	$W_3 = -0,793v + 20,791$	R ² = 0,7609
Металевих	$W_4 = 0,1595v + 1,3055$	R ² = 0,8726
Склотари, склобою	$W_5 = 0,1625v + 6,8495$	R ² = 0,7924

Динаміка змін частки інших компонент ТКВ описується аналогічно.

Усі математичні моделі та отримані результати добре відображають динаміку та тенденції залежності компонентів морфологічного складу від

валового регіонального продукту на території міста та Житомирської області (Україна) протягом 2009–2017 років. З результатів апроксимації рис. 4.4 видно, що зв'язок величин практично функціональний, а коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98. Таким чином, зміна кількості ВРП (77–98 %) визначає зміну вмісту компонентів морфологічного складу ТКВ.

Результати даних досліджень можуть бути використані для прогнозувати значення процентного вмісту компонентів ТКВ, виходячи з прогнозного значення ВРП на наступний період. Обмеженням використання прогнозних моделей є можливі суспільно-політичні та/або фінансові зміни ситуації в країні та області. Тобто, можемо оцінити вірогідність використання наявних комп'ютерних моделей для прогнозування компонентів морфологічного складу ТКВ області, вирахувати фінансову привабливість потенціалу ринку вторинної сировини на основі змін складу ТКВ.

Таким чином, в результаті моделювання змін морфологічного складу твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ були одержані залежності динаміки змін вмісту органічних, полімерних, картонно-паперових та металевих відходів в складі ТПВ від валового регіонального продукту. Усі математичні моделі добре відображають динаміку та тенденції залежності компонентів морфологічного складу від валового регіонального продукту на території міста та Житомирської області (Україна) протягом 2009–2017 років. Зв'язок величин практично функціональний, а коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98.

4.4. Моделювання гідрохімічних показників фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ

Метод статистичного моделювання дозволяє побудувати математичні моделі забруднення фільтраційних вод полігону ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади. Для побудови модифікації використані статистичні матеріали впливу фільтрату полігону на звалище Житомирської ОТГ, які б характеризували рух засмічення фільтраційних вод полігону твердих

комунальних відходів даного міста. Такими показниками є зміни концентрацій хімічного складу стічних вод протягом року.

В розділі 3.3 представлено зміни кількісного складу хімічних показників проб фільтрату відстійників № 1 та № 2 за середніми значеннями за досліджувані роки.

Для дослідження змін зміни концентрації даних показників протягом 2009–2016 років за результатами експериментальних досліджень (розділ 3.3), виконано їх апроксимацію регресійними рівняннями. В загальному вигляді математична модель має вигляд:

$$C = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \times x^i, \quad (4.2)$$

де C – концентрація хімічної речовини,

a_0, a_i – коефіцієнти поліному,

n – кількість точок експериментальних даних,

x – номер року.

В табл. 4.5 представлені залежності динаміки змін вмісту хімічного складу фільтрату полігону ТПВ з 2009 року до 2017 року.

Таблиця 4.5

Залежності динаміки змін хімічного складу фільтрату полігону ТПВ

Концентрація хімічних речовин у фільтраті	Вид математичної моделі	R^2
Сухий залишок	$C_{с.з.} = 59,183x + 7746$	$R^2 = 0,7936$
Сульфати	$C_{сульфат.} = 2,1042x + 622,44$	$R^2 = 0,8688$
ХСК	$C_{ХСК} = 16,259x + 2901,6$	$R^2 = 0,7583$
БСК ₅	$C_{БСК5} = 6,1567x + 978,44$	$R^2 = 0,9108$
Залізо загальне	$C_{Fezag.} = 0,0315x + 1,7921$	$R^2 = 0,8615$
Нітрогену амонійного	$C_{N амон.} = 0,9258x + 322,29$	$R^2 = 0,9556$

На рис.4.5 представлено результати моделювання гідрохімічних показників фільтраційних вод полігону твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ.

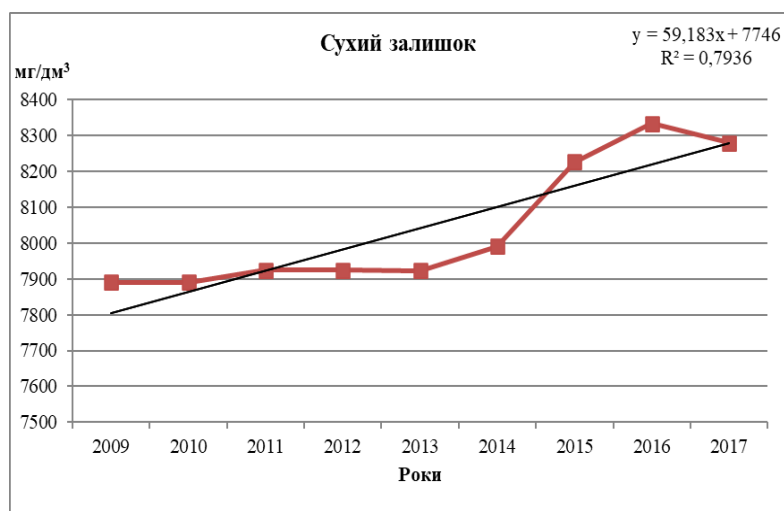


Рисунок 4.5 – Результати математичного моделювання динаміки змін концентрації сухого залишка

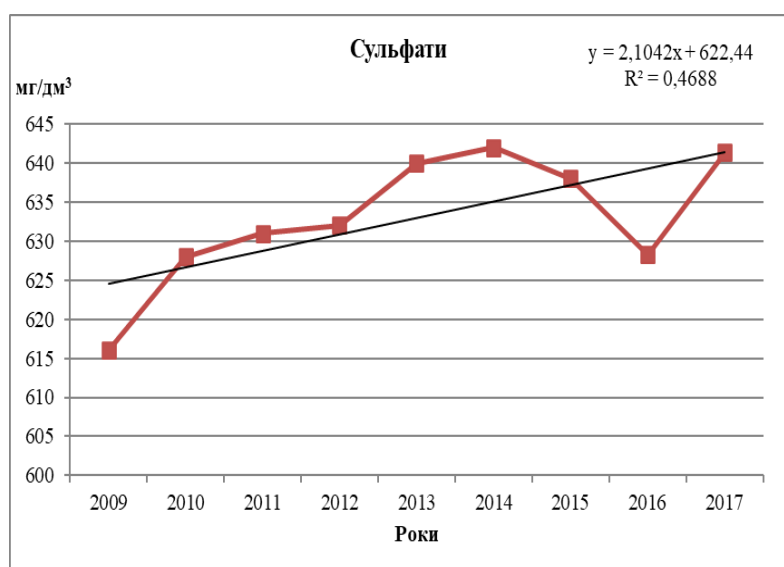


Рисунок 4.5 – Результати математичного моделювання динаміки змін концентрації сульфатів

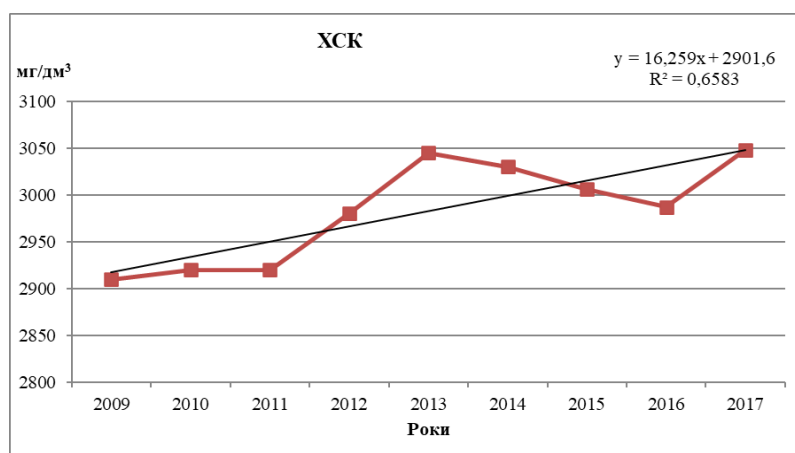


Рисунок 4.6 – Результати математичного моделювання динаміки змін концентрації ХСК

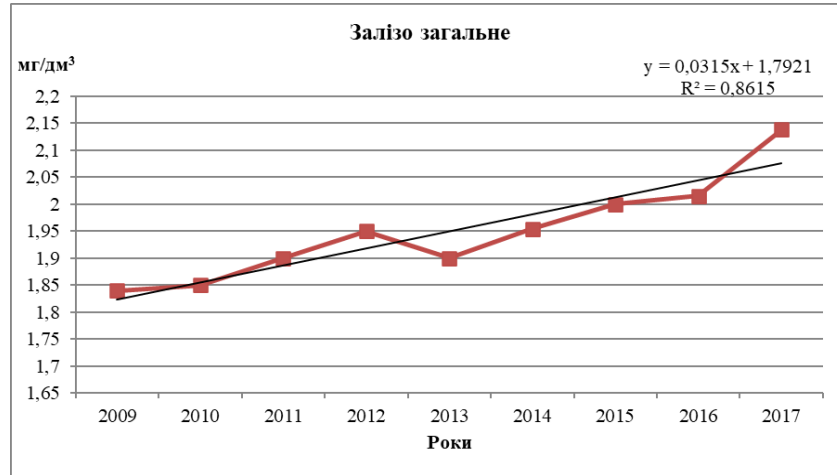


Рисунок 4.7 – Результати математичного моделювання динаміки змін концентрації заліза загального

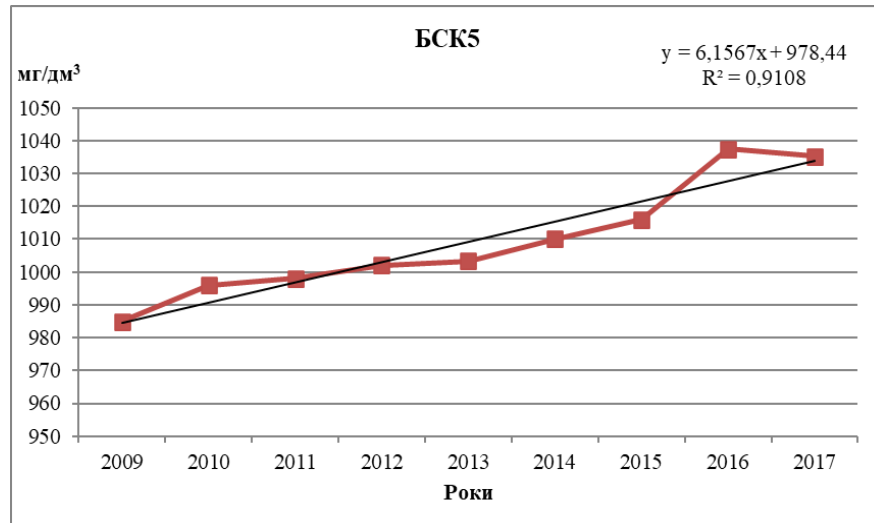


Рисунок 4.8 – Результати математичного моделювання динаміки змін концентрації БСК₅

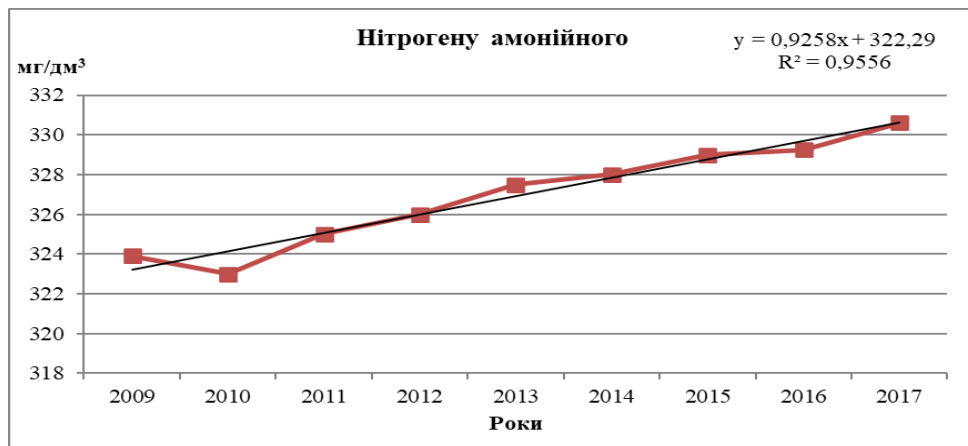


Рисунок 4.9 – Результати математичного моделювання динаміки змін концентрації нітрогену амонійного

Усі математичні моделі та отримані результати добре відображають динаміку та тенденції залежності змін гідрохімічних показників фільтрату звалища ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади протягом 2009–2017 років. З результатів апроксимації рис. 4.9 видно, що зв'язок величин практично функціональний, а коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98.

Таким чином, розроблені моделі визначають динаміку змін таких гідрохімічних показників фільтрату звалища ТКВ Житомирської ОТГ, як сухий залишок, сульфати, ХСК, БСК₅, залізо загальне, нітрогену амонійного.

Моделювання процесів дозволяє прогнозувати тенденцію зміни гідрохімічних показників протягом досліджуваного періоду, встановити закономірності зміни концентрацій хімічних речовин та дозволяє зробити прогнози щодо подальшого використання місцевого полігону ТКВ та провести оцінку впливу на поверхневі та підземні води.

Розробка та впровадження практичних заходів, які спрямовані на мінімізацію дій полігонів ТКВ, на об'єкти гідросфери на завершальних етапах життєвого циклу шляхом проведених досліджень.

4.5. Імітаційний експеримент прогнозування властивостей ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади

Наступним етапом роботи було визначити аналітичний підхід, що використовує моделювання системної динаміки, для прогнозування розвитку системи управління твердими комунальними відходами на основі проведених досліджень та математичних моделей.

Є декілька стандартних спеціалізованих математичних середовища, які включають пакет імітаційного моделювання, наприклад, пакет Simulink системи Matlab, Mathcad, Mathematica, SPSS, Statistica тощо. У цих конфігураціях інструмент імітаційного прогнозування визначає як окрема надбудова й надається користувачам, як інсталяційний пакет, виробляє звичайні функції. Подібна

своєрідна надбудова видає здатності введення, висновку і розрахунку функцій, графічні здібності тощо.

Одним із інструментів, що знашли своє застосування для рішення економічних завдань є нейронні мережі, які є математичними моделями для вирішення задач прогнозування та класифікації. Наприклад, програмний продукт «Forecast NOW!» на основі методики нейронних мереж прогнозує попит на товари, дозволяє оптимізувати роботу закупок та знизити неліквідні запаси [272].

Оскільки на обсяг утворення ТКВ впливають велика кількість неоднорідних факторів, то математичну модель, побудована за допомогою методу нейронних мереж, може бути представлена як графічна залежність. Модель накопичення ТКВ за допомогою нейронної мережі і статистики по місяцям (характеристика системи нейронної мережі) приведена на рис.4.10.

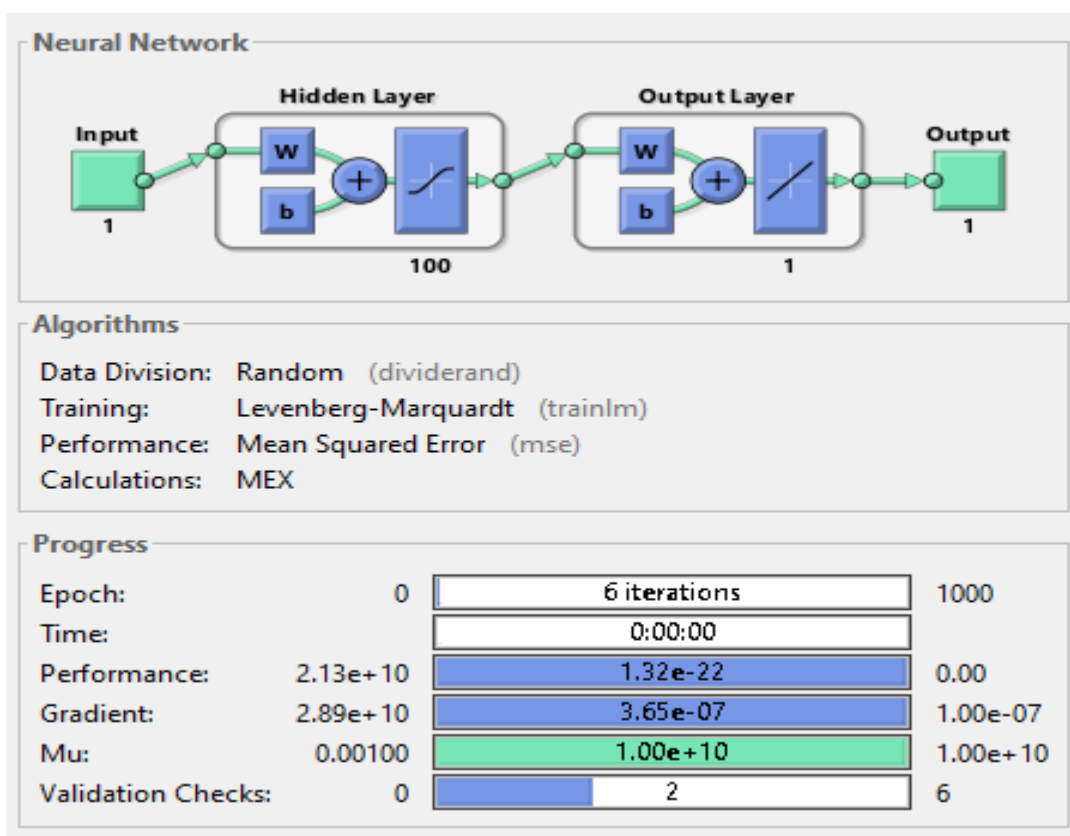


Рисунок 4.10 – Модель накопичення ТКВ за допомогою нейронної мережі і статистики по місяцям (характеристика системи нейронної мережі)

Одним із можливих інструментів для прогнозування динаміки змін в системі правління відходами є Statistica Neural Networks - це універсальний пакет

неймережевого аналізу фірми StatSoft. Він може працювати як самостійний додаток, а також у рамках системи Statistica або Quick Statistica. [279, 280], зосереджуючи увагу на областях, що розвиваються. Підхід оцінює кількість та склад утворених відходів, враховує кількість населення та вміст кожного згенерованого компонента ТКВ, та вартість переробки або утилізації відходів. Ця програма дозволяє визначити ступінь деталізації, яка необхідна для аналізу характеристик відходів.

Найбільший вплив моделюючу функцію дає підприємства, організації й роздрібна торгівля. Саме більше число відходів можна змодулювати на 2021 рік. Це можна роз'яснити перетворенням чисельності народонаселення і зв'язком ступеня життя й формування цих або інших виробництв індустрії міста.

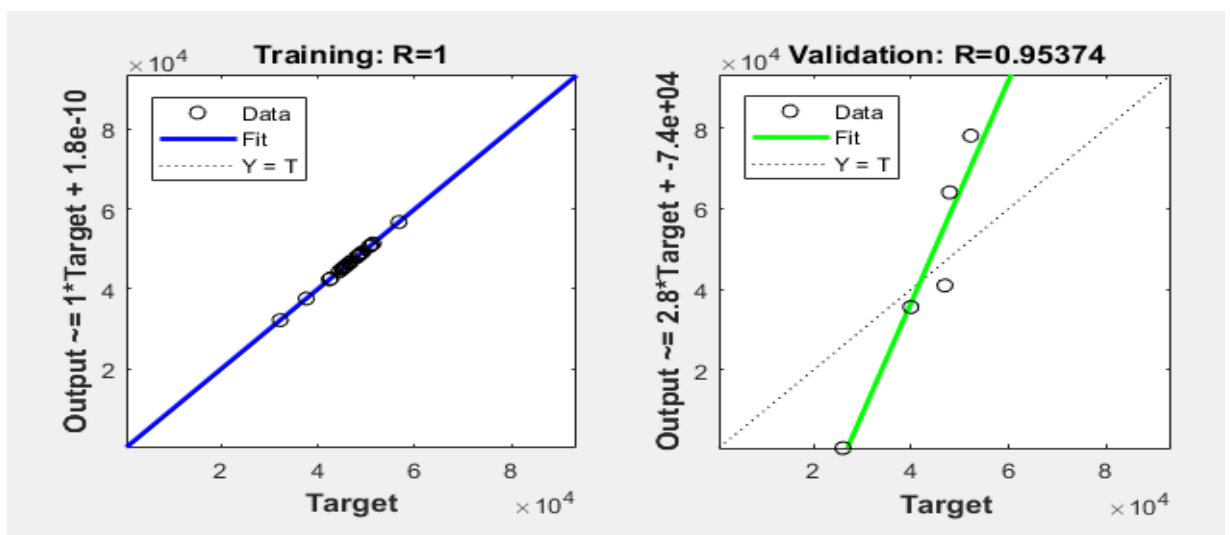


Рисунок 4.11 – Модель прогнозування кількості відходів на 2021 рік

Спеціальні програмні інтереси з підключенням тільки циклу створення модельної модифікації від розроблення зорової схеми функціонування до візуального укладення течії і підсумків прогнозування (AnyLogic, GPSS World, VisSim. Arena). Такі налагодженості розташовують короткий інтерфейс після відношення до користувача, здатності введення незліченних параметрів опції й управління експериментами, здатності вилучення відповідних значень цільових критеріїв, виконання різноманітних образів моделюють досліджень тощо.

Однією з переважно результативних програмних платформ створення модифікації й проведення імітаційних дослідження є зараз конструкція AnyLogic.

Конструкція передбачає реалізацію трьох генеральних інноваційних методологічних підходів до імітації - системної динаміки, дискретно-подієвого й агентного. Крім цього, реалізує гібридну парадигму – багатопідходне імітаційне моделювання. Конструкція AnyLogic утилізує мову об'єктно-орієнтованого програмування Java. Java-платформа видає можливість розширення процесів, що розробляються. Модифікацію AnyLogic можуть використовувати також як самостійний Java-додаток незалежно від сфери розробки. Відеографічний інтерфейс AnyLogic, прилади та бібліотеки дозволяють скоро здійснювати модифікації заради розлогого діапазону проблем – від моделювання виробництва, бізнес-процесів, логістики в стратегічних модифікацій формування компаній й ринку. Для оцінки компонентів обсягів твердих комунальних відходів проведемо імітаційне моделювання засобами середовища AnyLogic 7 [281-283].

Використана модель динаміки системи вивчає передові елементи, що повинні чисельно визначені як змінні, а їхні взаємовідношення визначенні математично. Основною змінною моделі є кількість населення, як основне джерело генерації відходів домашніх господарств, відходів, що утворюються на душу населення щорічно, та витрат на їх вилучення. У моделі також показані основні компоненти відходів (наприклад, картон, скло, інертне (менше ніж 10 мм), паперові, метал, пластмасові органічні тощо). Вона показує кількість кожного типу, що генерується. Модифікація абсолютно визначається, якщо обсяги і початкові значення для змінних стану (запасів) визначені.

Для прогнозування потрібно вибирати параметри, які можна передбачити з високою точністю для тривалого горизонту прогнозування.

Кількість умов, які формують рівняння, має бути обмеженою. Наявність більшої кількості умов збільшує і кількість досліджень, які необхідно провести, що приводить до скорочення точності оцінок, ускладнює інтерпретацію модифікації й значно ускладнює її фактичне застосування. Отже, необхідно створювати оптимальну кількість умов без порушення початкових умов, тобто

вирішувати проблему зменшення розмірності моделі. Сформуємо рівняння для визначення впливів у системі.

Рівняння для опису кількості населення:

$$\text{населення}(t) = \text{населення}(t - \Delta t) + \text{потік_населення} * \Delta t, \quad (4.3)$$

$$\text{потік_населення} = \text{пар_нар} * \text{населення}(t - \Delta t) - \text{пар_смерт} * \text{населення}(t - \Delta t)$$

Для роботи програми необхідно задати початкові умови. Виберемо $\text{населення}(0) = 271000$ чол., що відповідає чисельності Житомирської об'єднаної територіальної громади.

Рівняння для опису змін кількості загальних відходів:

$$\text{загальні_відходи}(t) = \text{загальні_відходи}(t - \Delta t) + \text{потік_відходи} * \Delta t, \quad (4.4)$$

$$\text{де } \text{потік_відходи} = \text{населення}(t - \Delta t) * \text{виробн_відходів_на_особу}.$$

Рівняння для опису динаміки змін кількості складових відходів, а саме скла:

$$\text{скло}(t) = \text{скло}(t - \Delta t) + \text{потік_скло} * \Delta t, \quad (4.5)$$

$$\text{де } \text{потік_скло} = \text{густ_скло} * \text{обєм_скло}.$$

Рівняння для опису динаміки змін кількості металевих відходів:

$$\text{метал}(t) = \text{метал}(t - \Delta t) + \text{потік_метал} * \Delta t, \quad (4.6)$$

$$\text{де } \text{потік_метал} = \text{густ_метал} * \text{обєм_метал}.$$

Рівняння для опису динаміки змін кількості картонних відходів:

$$\text{картон}(t) = \text{картон}(t - \Delta t) + \text{потік_картон} * \Delta t, \quad (4.7)$$

$$\text{де } \text{потік_картон} = \text{густ_картон} * \text{обєм_картон}$$

Рівняння для опису динаміки змін кількості макулатури:

$$\text{макулатура}(t) = \text{макулатура}(t - \Delta t) + \text{потік_макулатура} * \Delta t, \quad (4.8)$$

$$\text{де } \text{потік_макулатура} = \text{густ_макулатура} * \text{обєм_макулатура}$$

Рівняння для опису динаміки змін кількості пластикових відходів:

$$\text{пластик}(t) = \text{пластик}(t - \Delta t) + \text{потік_пластик} * \Delta t, \quad (4.9)$$

$$\text{де } \text{потік_пластик} = \text{густ_пластик} * \text{обєм_пластик}$$

Рівняння для опису динаміки змін кількості органічних відходів:

$$\text{органіка}(t) = \text{органіка}(t - \Delta t) + \text{потік_органіка} * \Delta t, \quad (4.10)$$

де $\text{потік_ограніка} = \text{густ_органіка} * \text{об'єм_органіка}$

Рівняння для опису динаміки змін кількості відходів категорії «інші»:

$$\text{інші_відходи}(t) = \text{інші_відходи}(t - \Delta t) + \text{потік_інше} * \Delta t, \quad (4.11)$$

де $\text{потік_інше} = \text{густ_інше} * \text{об'єм_інше}$.

Значення параметрів для побудови імітаційної моделі утворення відходів наведені у таблиці 4.6

Таблиця 4.6

Параметри для побудови імітаційної моделі виробництва відходів

Назва параметра	Значення	Назва параметра	Значення
<i>пар_нар</i>	0,002 1/рік	<i>густ_макулатура</i>	0,08
<i>пар_смерт</i>	0,004 1/рік	<i>об'єм_макулатура</i>	26*365
<i>густ_скло</i>	1	<i>густ_пластик</i>	0,07
<i>об'єм_скло</i>	720	<i>об'єм_пластик</i>	254*365
<i>густ_метал</i>	0,36	<i>густ_органіка</i>	0,43
<i>об'єм_метал</i>	14*365	<i>об'єм_органіка</i>	122*365
<i>густ_картон</i>	0,08	<i>густ_інше</i>	0,27
<i>об'єм_картон</i>	74*365	<i>об'єм_інше</i>	52*365
<i>виробн_відходів_на_особу</i>	0,275т/рік*люд		

В модель введено динамічну переміну:

$\text{Загальні_відходи} = \text{скло} + \text{метал} + \text{інші_відходи} + \text{пластик} + \text{органіка} +$
 $+ \text{макулатура} + \text{картон}$

Під виробництвом відходів будемо розуміти загальну кількість утворених відходів, яка визначається методом множення швидкості накопичення відходів (кг/добу на душу населення) на загальну чисельність населення. Імітаційна модель утворення відходів у 2014 р., побудована в середовищі AnyLogic 7, представлена на рис. 4.12.

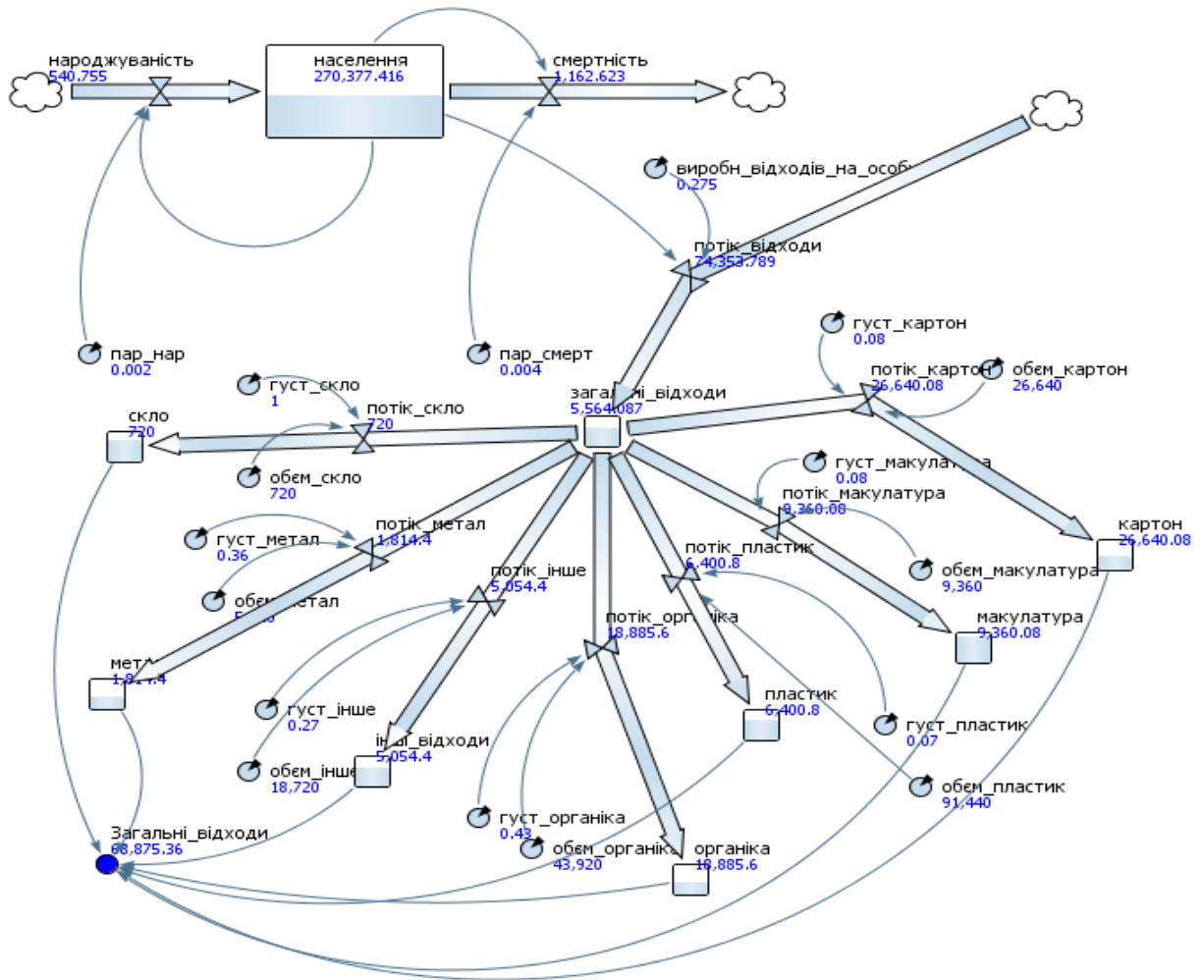


Рисунок 4.12 - Імітаційна модель утворення відходів у 2014 р.

Модель визначає прогнозоване населення та кількість відходів. Дані 2014 року були використані для відповідності моделі та калібрування її параметрів. Наприклад, у 2014 році мешканців склало 270,9 тис. чол, тобто змодульована кількість мешканців за моделю (рис. 4.8) склала 270,38 тис. чол. Ці цифри досить близькі, що про те, що модель на 95 % точна.

Модель дозволяє прогнозувати загальну чисельність відходів, яка утворюються у загальній кількості мешканців. Чисельність продукованих відходів – це утворенні суми, можна стверджувати, що кожна сума складається з того, що накопичується в певний рік, додається до кількості утворених відходів у попередньому році. Тобто, у 2015 році кількість утворених відходів становила 551550,6 м³, а в 2016 році – 576806,7 м³. Це утворення чисельність відходів, що

накопичується в 2015 та 2016 роках. Різниця 25256,1 м³ – це сформована кількість відходів у 2016 році.

Динаміка змін кількості населення та відходів протягом п'яти років представлена на рис. 4.13. Аналіз графіків показує, що обсяг відходів зростає зі зменшенням населення та зміною соціально-економічних умов, як очікується.

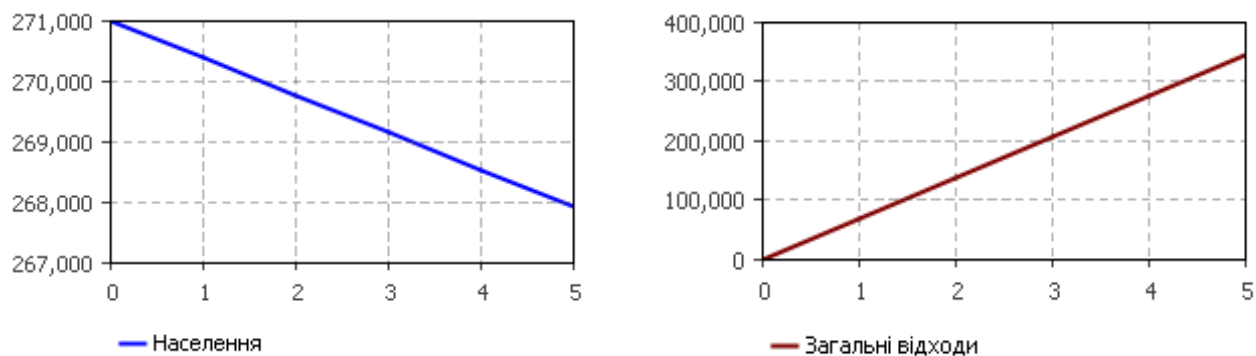


Рисунок 4.13 – Динаміка змін кількості населення та відходів протягом п'яти років

Модель дає можливість прогнозувати кількість кожного компонента, сформованого за період часу, і вартість для переробки або утилізації відходів. Наприклад, у 2014 р. населення становило 270377, виробляло 18 886 кг харчових відходів та 720 кг скляних відходів. В 2017 році скляні відходи складуть 360 кг, а харчові - 94428 кг.

Ця модель також забезпечує розуміння майбутнього та може допомогти в плануванні найкращих способів утилізації або переробки таких відходів. На рис. 4.14 приведена імітаційна модель виробництва відходів через 5 років.

На основі аналізу складу відходів, модель дозволяє визначити необхідний вид їх переробки з врахуванням особливостей господарської діяльності регіону та можливостей застосування різних типів переробки. Використовуючи модель для визначення способу переробки, можна досягти значних економічних результатів.

Модель системи дозволє прогнозувати стан у сфері управління твердими комунальними відходами для таких міст як Житомир.

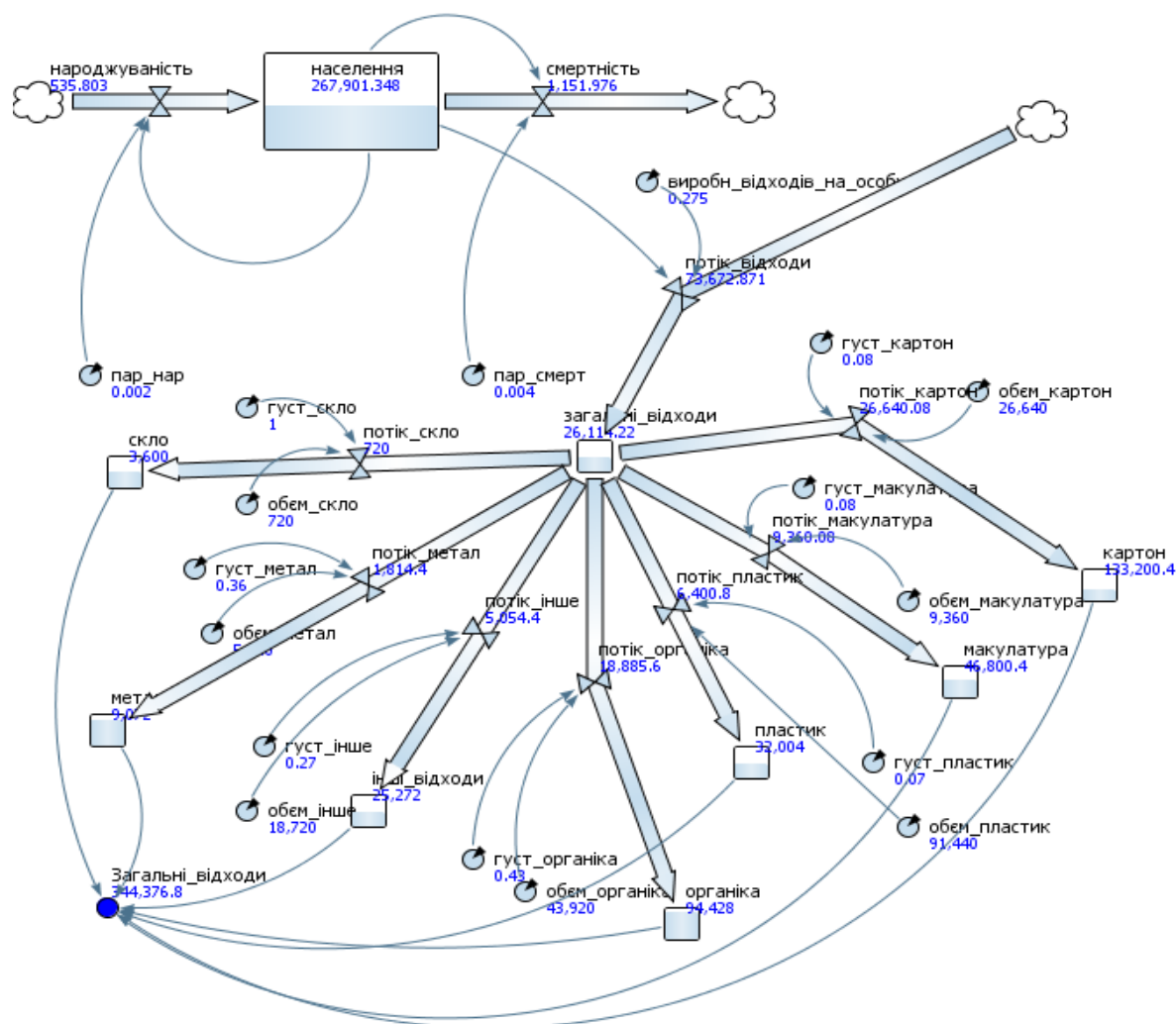


Рисунок 4.14 – Імітаційне моделювання виробництва відходів через 5 років

Проведено імітаційний експеримент змін кількості населення та утворення відходів до 2021 року, результати якого приведено в табл. 4.7. Використовуючи отримані результати, визначили прогнозні значення показників соціально-економічного розвитку Житомирської ОТГ. Аналіз даних (табл. 4.8) вказує на приросту будь-якого ресурсу, що відповідає збільшенню кількості ТКВ. Популяція зменшується з теперішнього року до 244,106 тис. чол. на кінець прогнозування. Якщо зараховувати теперішні темпи народження та смертності в 2016 році, то до кінця 2021 року населення становитиме 244106 чоловік.

Прогнозування показників, що впливають на обсяг накопичення ТКВ
Житомирської об'єднаної територіальної громади

Фактор\рік	Прогнозовані дані				
	2017	2018	2019	2020	2021
c_n , тис. чол	264,1111	258,628	254,6037	248,3524	244,1067
g_{ϕ} , тис. м ²	5385,24	5396,501	5385,737	5398,952	5391,151
p_p , млн грн	5940,151	6100,914	6248,8	6385,722	6513,194
r_n , млн грн	11666,22	11998,36	12305,87	12592,15	12859,96
d_n , млн грн	21907,42	24492,6	27293,92	30311,38	33544,98
q_{TKB} , м ³	578617	595338	612059	728780	745501

На рис. 4.15 приведено прогнозні обсяги утворення твердих комунальних відходів Житомирської ОТГ.



Рисунок 4.15 – Прогнозні обсяги утворення твердих комунальних відходів

Результати моделювання показують постійне зростання обсягів ТКВ у Житомирській об'єднаній територіальній громаді. Зростання об'ємів ТКВ відбувається за рахунок зростання об'єму житлового фонду, суттєвого збільшення показників громадського харчування та роздрібної торгівлі, збільшення техногенного виробництва, значного підвищення доходів.

Використовуючи імітаційну модель для прогнозування відходоутворення Житомирської області, визначили прогнозні значення показників соціально-

економічного розвитку області. Аналіз даних (табл. 4.8) показує, що приросту кожного з ресурсів відповідає позитивний приріст ТКВ.

Таблиця 4.8

Прогнозування показників, що впливають на обсяг накопичення ТКВ
об'єднаної територіальної громади Житомирської області

Фактор	Роки							
	Прогнозні							
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
s_n , тис. чол.	1233,76	1226,6	1219,31	1211,9	1204,35	1196,67	1188,86	1180,92
g_n , тис. м ²	33,77	33,76	33,75	33,71	33,67	33,61	33,54	33,46
p_n , млн. грн.	28038,69	29109,34	29977,85	30644,22	31108,46	31370,6	31430,5	31288,37
r_n , млн. грн.	13961,08	15137,94	16331,91	17542,98	18771,15	20016,4	21278,8	22558,29
d_n , млн. грн.	60217,33	66069,53	72250,28	78759,6	85597,47	92763,9	100258,	108082,4
$q_{ТКВ}$, м ³	5674,9	6128,9	5893,17	5768,5	4972,8	5171,7	4878,9	4691,25

Зростання об'ємів ТКВ відбувається за рахунок зростання об'єму житлового фонду, суттєвого збільшення показників громадського харчування та роздрібної торгівлі, збільшення техногенного виробництва, значного підвищення доходів. Матеріали за розрахунковими, фактичними і змодельованими об'ємами ТКВ з 2006 по 2025 рр. для Житомирської області як загальної схеми утворення відходів представлені на графіку (рис. 4.16).

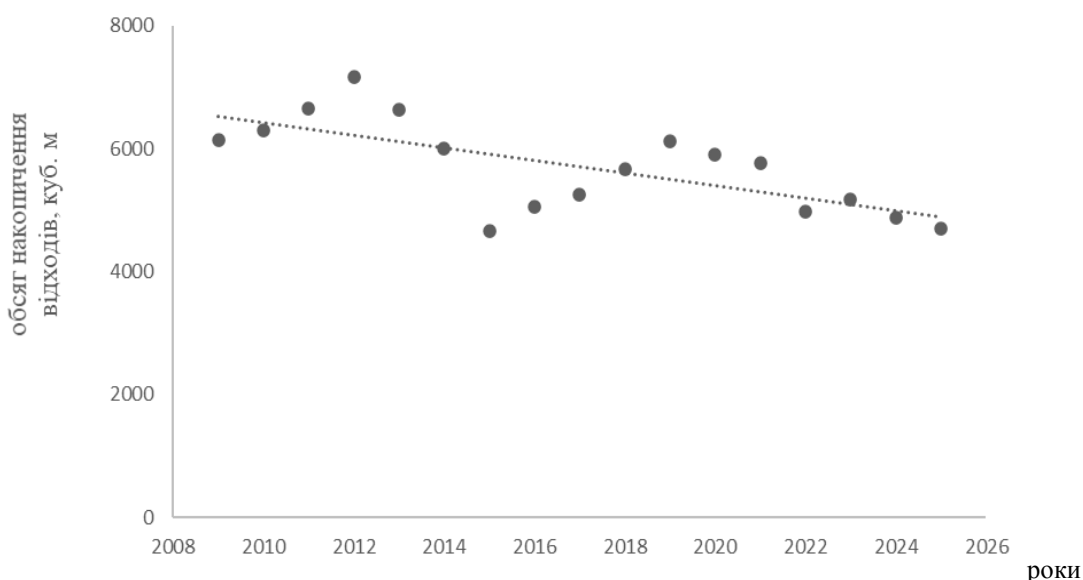


Рисунок 4.16 – Фактичні та прогнозовані значення обсягів утворення ТКВ області

Тобто з графіка видно, залежність чинників на основі змодельованих величин показує, що зменшується обсяги ТКВ у Житомирській області.

Модель є інструментом прийняття управлінських рішень для прогнозування обсягу різних видів відходів, що утворюються в районі м.Житомира. Може використовуватися органами місцевого самоврядування, для прийняття рішень, оскільки вона дозволяє на основі імітаційного експерименту визначити потенційні економічні наслідки діяльності з переробки відходів або відновлення ресурсів. Вибір кращих способів рекуперації дозволить відновлювати вторинні ресурси та перетворювати відходи, які можуть бути небезпечними, у корисні продукти. Вторинне використання ТКВ може зменшити обсяг відходів, що складаються на звалищах. Деякі тверді комунальні відходи (папір, пластмаса, скло та метали) можуть бути успішно відновлені [284-286].

Отже, проведене дослідження дозволило розробити модель динаміки системи утворення ТКВ, яку використовують для оцінки середньорічної середньої кількості твердих комунальних відходів. Для аналізу ситуації враховують такі фактори впливу, як кількість населення, які склад відходів та затрат, а також зовнішні зміни та політику. Зміни кількості населення можуть залежати від змін в соціально-економічній ситуації регіону. Модель побудована так, що дозволяє додавати фактори, не змінюючи структуру моделі.

Таким чином, одержані імітаційні моделі дозволили сформувавши моделі динаміки системи, яка містить ключові елементи, що визначені кількісно як змінні, а їх впливи сформульовані у вигляді регресійних рівнянь. Модель остаточно визначається, коли для змінних стану (запасів) визначено параметри та початкові значення визначені. Для визначення системних змінних моделі використовують методику комп'ютерного моделювання, що реалізовано у вигляді програми «Municipal waste counter (MWC)».

4.6. Настанова щодо користування програмою «Municipal waste counter (MWC)»

Програмний продукт розроблений за допомогою мови програмування Visual C# 7.0 у середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2017 з використанням програмної платформи .NET Framework 4.5.1.

Програмний продукт складається з чотирьох форм. У головному вікні програми представлено вісім управляючих елементів (вісім основних блоків зображених на схемі), які дозволяють зробити налаштування для подальшого прогнозування об'ємів утворення твердих комунальних відходів. Розглянемо більш детально функціонал програми представлений схематично (рис. 4.17).

У випадку коли хочемо створити новий файл, до блоку «Новий файл». Це встановить данні по замовчуванню, буде створено нову пусту таблицю. Усі попередні данні будуть стерті.

Блок (кнопка) «Зберегти як...» дозволяє зберегти дані у вказаний каталог.

Щоб зберегти файл переходимо до блоку «Зберегти». Функція події перевірить чи зберігався файл перед цим, якщо ні то буде викликано функцію, яка обробляє натискання кнопки «Зберегти як...».

Якщо нам знадобиться відкрити файл скористуємося блоком (кнопкою) «Відкрити». Після натискання з'явиться вікно, в якому потрібно вказати потрібний файл. Якщо файл існує і назва файлу вказана коректною, то він відкриється.

Блок (випадаючий список) «Відома статична інформація» відповідає за формат введення даних, відповідно це буде або «Рік», або «Місяць та рік».

Блок (числове поле) «К-сть колонок» надає можливість встановити кількість стовпчиків нашої таблиці, щоб ввести більшу або меншу кількість статистичних даних.

Блок «Вихід» дозволяє завершити роботу з програмою – тобто закрити форму Form1().

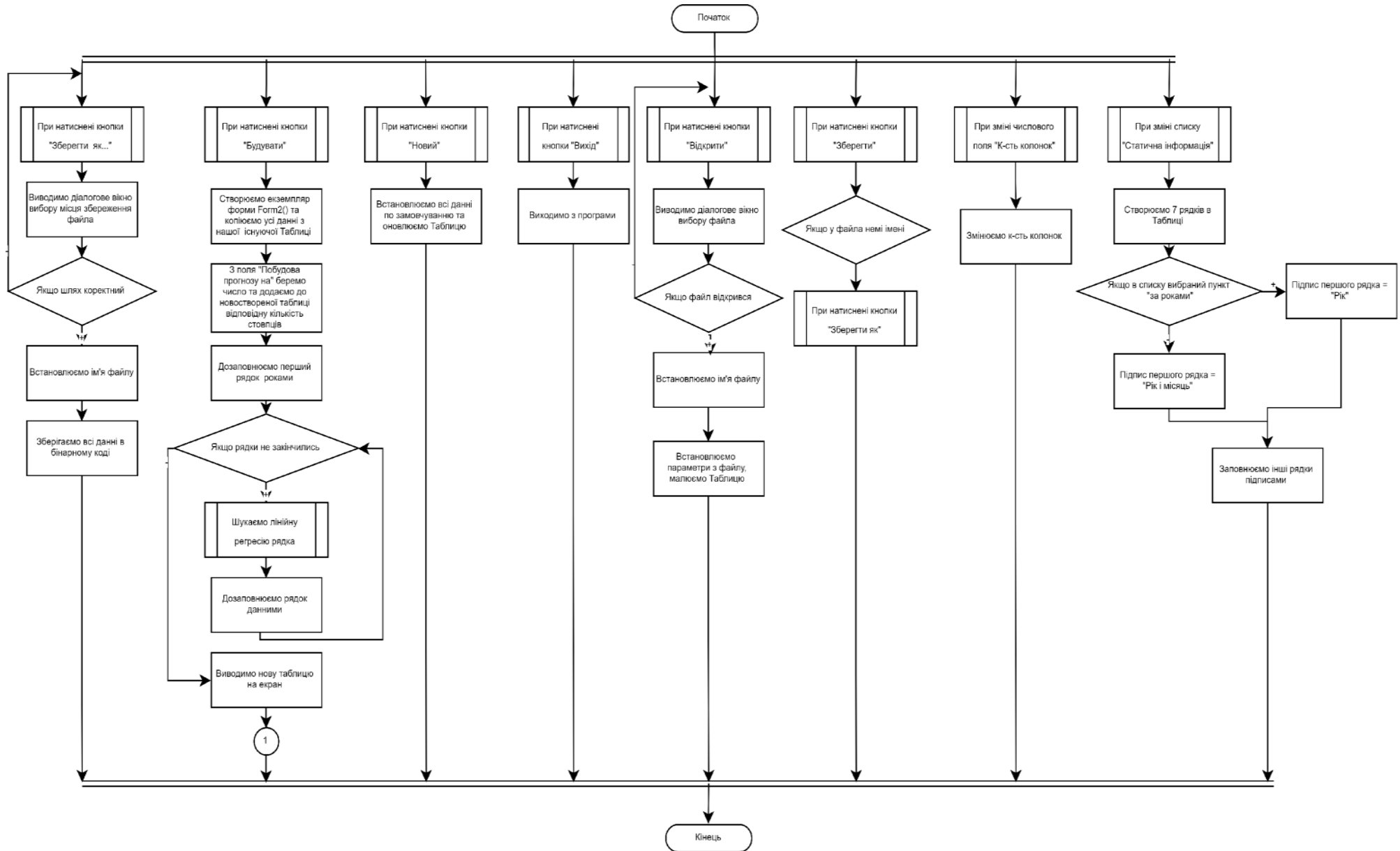


Рисунок 4.17 –Алгоритм програми «Municipal waste counter (MWC)»

Після того, як встановлено усі налаштування і введена потрібна інформація, переходимо до блоку(натискаємо кнопку) «Будувати». Вона створює екземпляр форми Form2(), де знаходиться таблиця і три кнопки (три блоки схеми, рис. 4.14) .

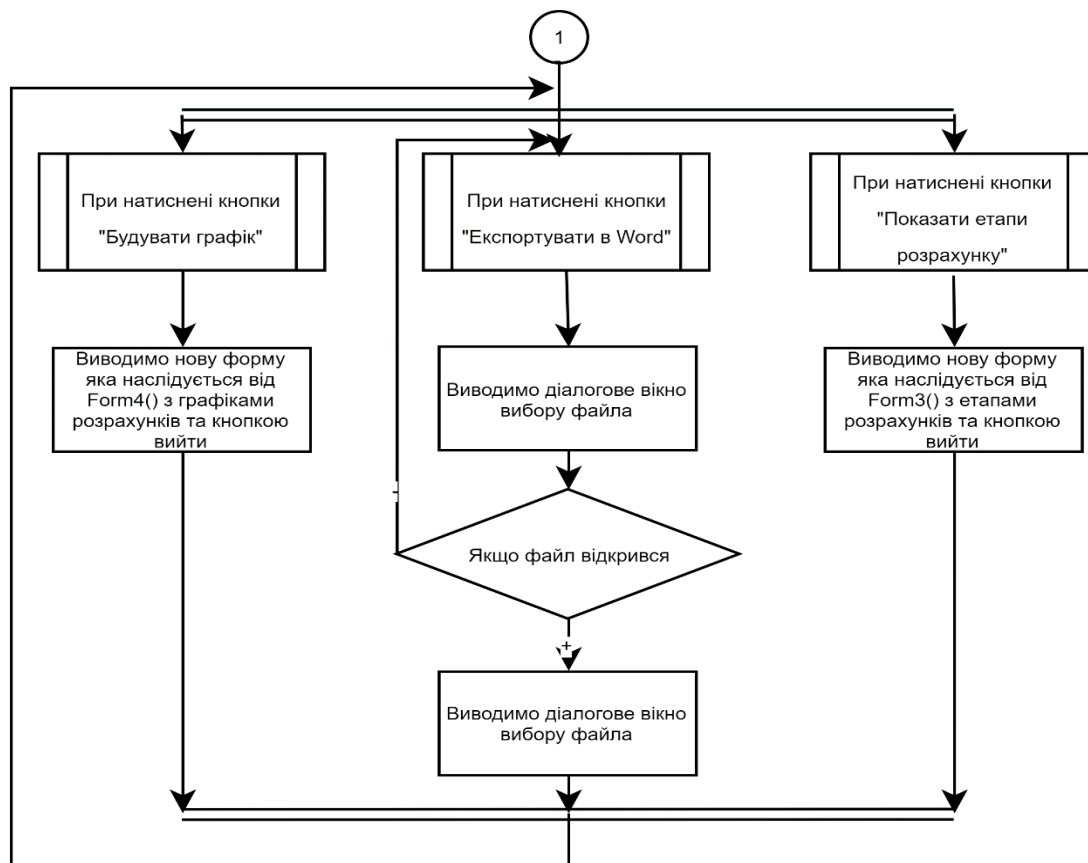


Рисунок 4.18 – Блок-схема роботи програми «Municipal waste counter (MWC)»

У новостворену таблицю копіюються усі данні, що введено перед цим. Також з поля «Побудова прогнозу на наступні N років» береться число стовпців, які будуть додані до таблиці. Перший рядок доповнюється роками. Після цього в циклі для кожного рядка знаходиться лінійна регресія і відповідно додаються нові прогнозовані дані.

Перейшовши до блоку «Будувати графік», відкриється вікно з графіком функції залежності кількості твердих відходів від часу.

Блок «Експортувати в Word» дозволяє експортувати дані розрахунків у файл MS Word.

Блок «Показати етапи розрахунку» дозволяє переглянути етапи проведених розрахунків. Відкриється вікно з двома графіками розрахунків.

Рисунок 4.19 – Прогнозування об’ємів утворення твердих комунальних відходів

Проект розроблений як додаток Windows Forms. Для запуску потрібно Windows 7/8/8.1 із встановленою платформою .NET Framework версії, не нижче 4.5.1 або Windows 10.

Проект містить чотири форми: Form1, Form2, Form3, Form4.

Головна форма проекту Form1 дає доступ до основних функцій роботи з файлами (завантаження та даних збереження), вибір територіальної ознаки, введення початкової інформації, яка потрібна для прогнозування тощо.

У цій формі реалізовано основні алгоритми прогнозування накопичення твердих комунальних відходів. Використовуються алгоритми регресії та нейронна мережа. Для роботи нейронної мережі використано бібліотеку Neugo, розроблену авторським колективом програмного продукту.

Діаграма класів даної бібліотеки представлено на рис.4.16.

Форма Form2 використовується для представлення у табличному вигляді результатів прогнозування. Для цього використовується стандартний компонент dataGridView. Форма містить три кнопки, які дозволяють користувачу переглянути етапи розрахунку (відображаються на Form3), отримати графічне

представлення результатів прогнозування (запускається Form4) та експортувати результати у програму Microsoft Word.

Загальна структура проекту та обсяг програмного коду представлена в табл.4.9.

Таблиця 4.9

Загальна структура проекту та обсяг програмного коду

№ з/п	Файл	Кількість рядків	Обсяг у байтах
1	Form1.cs	266	11195
2	Form2.cs	91	3114
3	Form3.cs	25	397
4	Form4.cs	35	507
5	Neuro.cs	202	7997
6	Program.cs	22	563
	Всього:	641	23773

Мінімальні вимоги до системи

Операційна система: Windows 7 із встановленою платформою .NET Framework 4.5.1. Комп'ютер з такими параметрами:

1. *Процесор*: з тактовою частотою від 2 ГГц;
2. *ОЗП*: 2 ГБ;
3. *Відео-карта*: будь-якої марки та типу;
4. *Жорсткий диск*: будь-якої марки з вільним дисковим простором 50 МБ;
5. *Монітор*: для зручнішого огляду краще використати монітор, діагональ якого не менше 17 дюймів, роздільна здатність: 1027x768, при встановленій частоті 85Гц, якістю кольорової передачі 32 біта.
6. *Маніпулятор миші*: будь-якої марки та типу;
7. *Клавіатура*: будь-якої марки та типу.

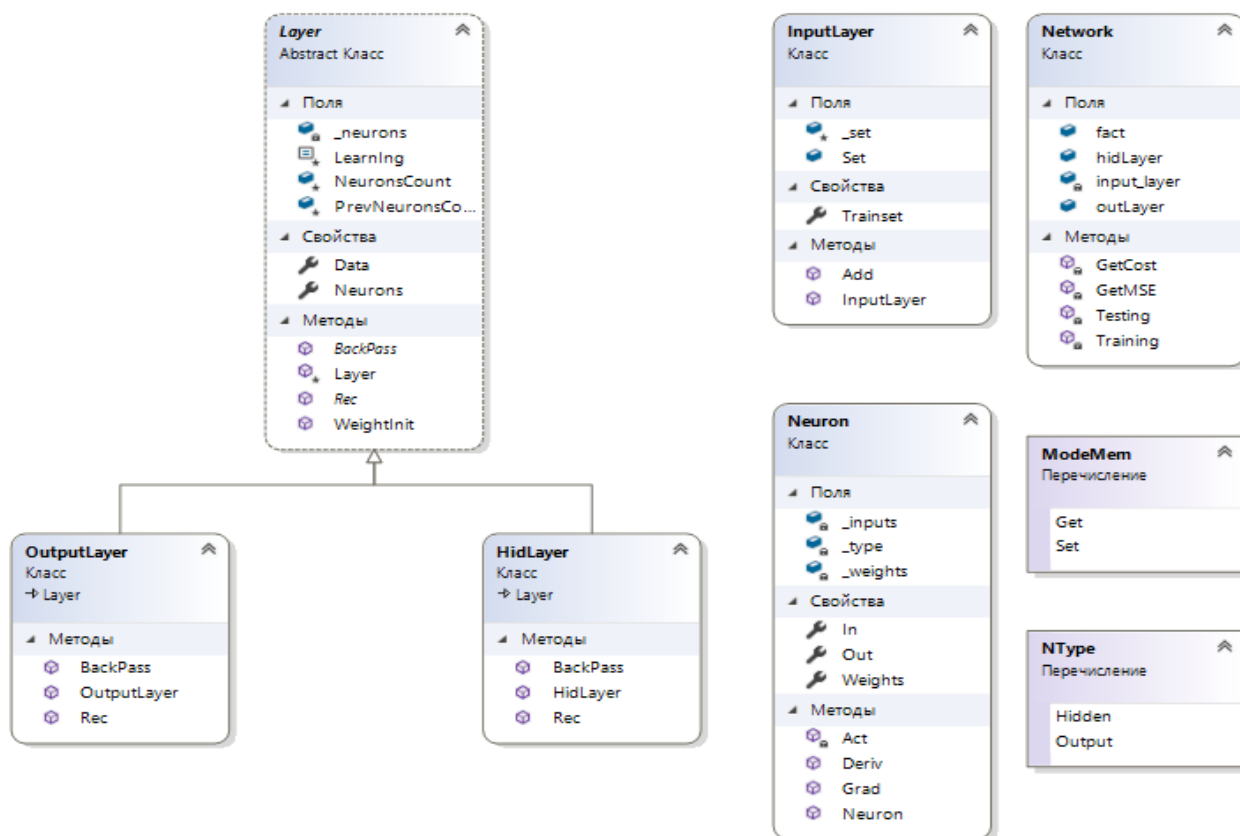


Рисунок 4.20 – Діаграма класів бібліотеки Neuro, розроблену авторським колективом програмного продукту

Отже, програма «Municipal waste counter (MWC)» дозволяє на основі використання методики комп'ютерного моделювання прогнозувати кількість ТКВ, що генеруються населенням ОТГ, визначати основні компоненти відходів (наприклад, картон, скло, інертне (менше 10 мм), паперові, метал, органічні, пластмасові тощо). Програмний продукт розроблений за допомогою мови програмування Visual C# 7.0 у середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2017 з використанням програмної платформи .NET Framework 4.5.1.

Висновки до розділу 4

Для прогнозування кількості виходів доцільно застосовувати імітаційне моделювання. Імітаційну модель системної динаміки можна розробляти двома підходами – за допомогою використання математичних методів, наприклад, нейронної мережі та засобами, середовища AnyLogic 7.

Математична обробка експериментальних даних методом найменших квадратів дозволила одержати математичні моделі залежності показників соціально-економічного розвитку м. Житомира та Житомирської області. Одержані математичні моделі, які описують динаміку змін кількості населення (C_n), обсягу житлового фонду (G_t), промислового виробництва (R_n), показників роздрібно́ї торгівлі та громадського харчування (P_n), доходів домогосподарств (D) та динаміку обсягу утворення відходів (Q), адекватно описують досліджувані. Усі математичні моделі та отримані результати добре відображають динаміку та тенденції залежності компонентів морфологічного складу від валового регіонального продукту на території міста та Житомирської області протягом 2009–2017 років, коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98. Зміна кількості ВРП (77–98 %) визначає зміну вмісту компонентів морфологічного складу ТКВ

Одержано математичні моделі залежності змін гідрохімічних показників фільтрату звалища ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади протягом 2009–2017 років. Аналіз результатів апроксимації показує, що зв'язок величин практично функціональний, а коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98. Розроблені моделі визначають динаміку змін таких гідрохімічних показників фільтрату звалища ТКВ Житомирської ОТГ, як сухий залишок, сульфати, ХСК, БСК₅, залізо загальне, нітрогену амонійного.

Моделювання процесів дозволяє прогнозувати тенденцію зміни гідрохімічних показників протягом досліджуваного періоду, встановити закономірності зміни концентрацій хімічних речовин та дозволяє зробити прогнози щодо подальшого використання місцевого полігону ТКВ та оцінити його вплив на поверхневі та підземні води.

Розроблено моделі динаміки системи, які містять ключові елементи, а їх впливи сформульовані у вигляді регресійних рівнянь. Основною змінною моделі є кількість населення, як основне джерело генерації відходів, відходів, що утворюються на душу населення щорічно, та витрат на їх вилучення. Модель включає основні компоненти відходів; показує кількість ТКВ кожного типу, що генерується.

Програма «Municipal waste counter (MWC)» дозволяє на основі використання методики комп'ютерного моделювання прогнозувати кількість ТКВ, що генеруються населенням ОТГ, визначати основні компоненти відходів. Програмний продукт розроблений за допомогою мови програмування Visual C# 7.0 у середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2017 з використанням програмної платформи .NET Framework 4.5.1.

РОЗДІЛ 5

МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ МЕТОДОЛОГІЇ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

5.1. Розробка методів та інструментів застосування регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу

5.1.1. Розробка екологічно орієнтованої логістичної системи при управлінні програмами поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад

Впровадження концептуальної моделі екологічно-безпечної інноваційної логістичної системи управління відходами (розділ 2.3), як інтегрованої комплексної системи поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад (рис. 5.1), ґрунтується на трьох рівнях регіонального управління – стратегічному, тактичному, операційному.

Стратегічний рівень визначається дотриманням законодавства України. Верховна Рада України прийняла у першому читанні законопроект "Про управління відходами" № 2207-1д (станом на липень 2020 р.), який встановить нові прозорі правила галузі та дозволить побудувати сучасну інфраструктуру управління відходами. Цей законопроект розроблено на основі трьох директив ЄС – про відходи, про захоронення відходів, про промислові викиди.

Проект Закону передбачає:

- запровадження ієрархії поводження з відходами;
- запровадження принципу "забруднювач платить";
- запровадження системи розширеної відповідальності виробника, яка встановлює вимогу для виробників упаковки нести відповідальність за повний цикл життя створеної упаковки, батарей, акумуляторів, електричного та електронного обладнання тощо;
- створення можливості для залучення інвестицій у будівництво сміттєпереробних заводів;

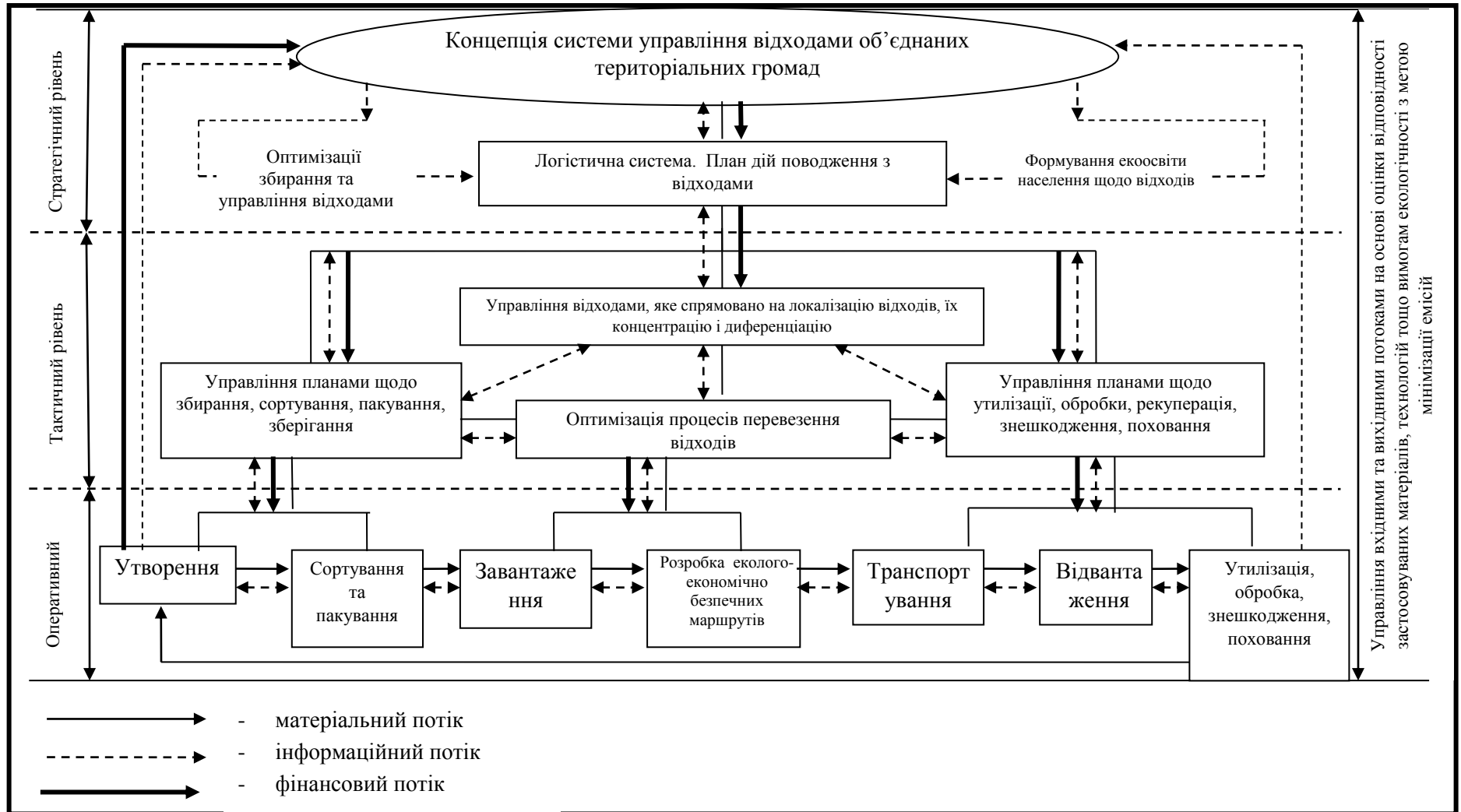


Рисунок 5.1 – Складові логістичного підходу концепції системи управління відходами для об'єднаних територіальних громад

- введення жорстких європейських екологічних норм для операцій спалення та захоронення відходів, щоб не допустити нанесення шкоди здоров'ю людей і довкіллю;

- законодавче підґрунтя для короткострокового та довгострокового планування управління відходами;

- запровадження електронної інформаційної системи управління відходами для забезпечення прозорості у галузі та уникнення корупційних ризиків, що буде складатися з відкритих реєстрів, модулів для надання адміністративних послуг (видача документів онлайн), звітності та аналізу статичної інформації.

У законопроекті пропонується вирішити такі проблеми, як безконтрольне захоронення відходів на звалищах, які не відповідають екологічним нормам; фіктивної переробки відходів, коли фактично вони переробляються лише за документами; здійснення операцій з відходами без дозвільної документації.

Реалізація цього закону на тактичному рівні можлива за рахунок розробки та впровадження логістичних схем управління відходами зі зменшенням впливів на навколишнє середовище. До основних проблем існуючої організації управління відходами в Житомирській області можна віднести:.

– завищення коштів на транспортування внаслідок того, що обсяг відходів, що потребують транспортування, які рахуються на підставі теоретичних норм накопичення відходів;

– зниження якості санітарного очищення і збільшення вартості послуг внаслідок того, що найчастіше сміттєвози їздять напівпорожні, оскільки оплата послуг з транспортування ТКВ здійснюється в об'ємному відношенні;

– зростання чисельності несанкціонованих сміттєзвалищ внаслідок відсутності централізованого контролю за процесом транспортування ТКВ в містах сприяє, що веде до удорожчання підтримки необхідних санітарно-екологічних норм проживання в місті.

Перевагами використання реверсивної логістики є захист навколишнього середовища від забруднення, зменшення обсягу побутових відходів, зменшення витрат та економія матеріалів, палива, сировини й енергії, зростання екологічного

рейтингу підприємства, формування рекомендацій і послуг з метою прийняття адміністративних рішень [147, 148].

Кінцевою метою впровадження логістичного підходу є швидкий збір логістичних даних для системної роботи служб.

Новизна концепції логістичного підходу в управлінні системи поводження з відходами полягає у зміні пріоритетів при розподілі взаємозв'язків в управлінні ТКВ та включає формування екологічної свідомості і культури поводження з відходами всіх стейкхолдерів. На рис. 5.2 наведена схема запропонованої логістичної системи функціонування регіонального плану поводження з відходами для ОТГ із включенням координаційного агента для управління відходами.



Рисунок 5.2 – Схема логістичної системи функціонування процесу поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад

Логістична концепція при управлінні поводження з відходами передбачає наявність координаційного агента і передбачає управління знаннями, які застосовуються для нових бізнес-напрямків, що реалізуються в певних планах програми. Координаційний агент забезпечує управління всіма логістичними

потоками ТКВ – фінансовими, матеріальними, інформаційними (рис. 5.3). Робота системи в масштабах даної моделі орієнтована на стійкість і тривалість.

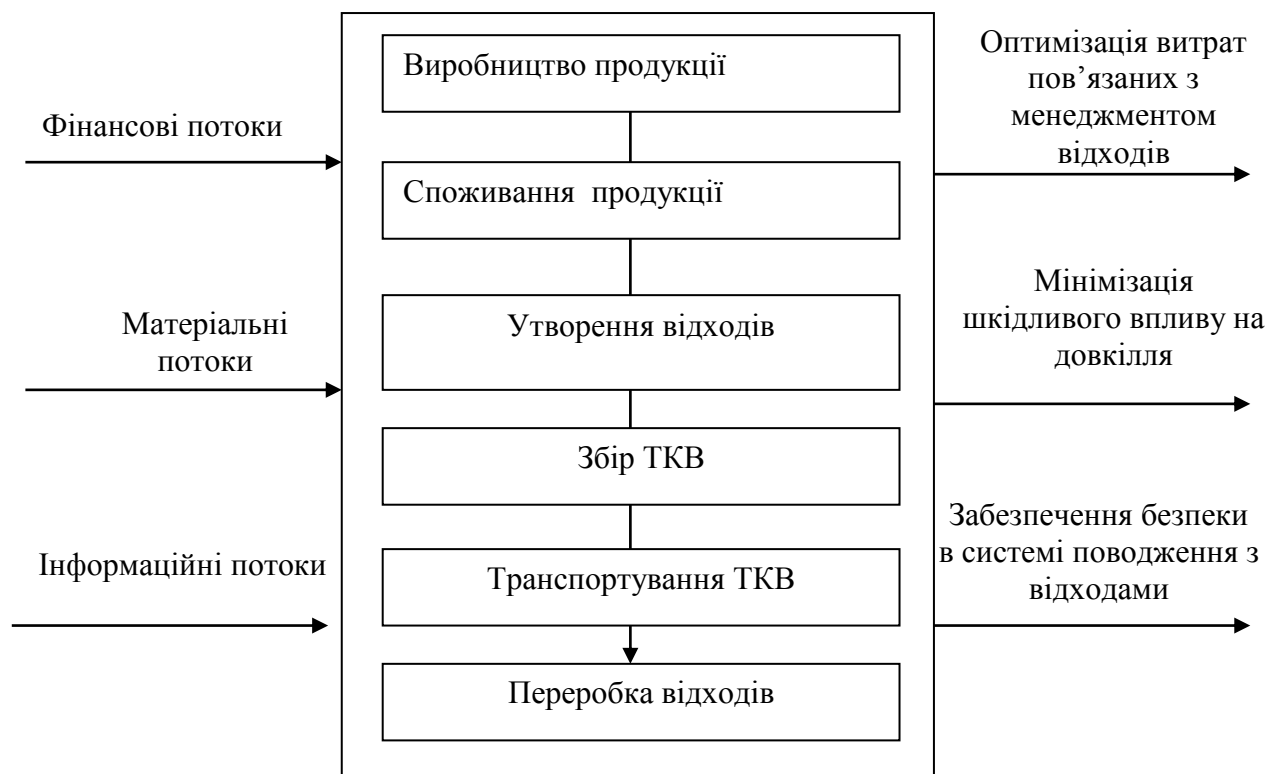


Рисунок 5.3 – Управління логістичними потоками ТКВ

Впровадження бізнес-стратегії екологічної логістики для зниження загальних емісій при управлінні регіональними програмами поводження з відходами для кожної ОТГ має пройти чотири етапи:

- стратегічні рішення, які приймаються за результатами аналізу кількості ТКВ, розташуванням й оцінці потенціалу підприємств-перевізників відходів, підприємств відходів, місць складування та захоронення відходів;
- тактичний рівень планування комунальних та комерційних рішень щодо виробництва продуктів вторинної обробки відходів, рециклінгу відходів і розподіл готової продукції, створення структури партнерських зв'язків між компанією-переробником і її постачальниками, дистриб'юторами і клієнтами;
- оперативні рішення узгодження термінів реалізації планованих рішень щодо виробництва із ресурсоцінної сировини і розподілу, перерозподіл зв'язків на окремі матеріальні потоки відходів і визначення швидкості обертання інвентаризації в місцях складування або сортування відходів;

- функціональні рішення, що стосуються управління матеріально-технічними ресурсами при реалізації запланованих рішень програми поводження з відходами.

Логістична концепція поводження з відходами поєднує в собі управління життєвим циклом відходів від утворення і накопичення до перетворення в товарний продукт або безпечне зберігання в довкіллі. Логістика поводження з відходами складається під впливом наступних чинників: розміру генерації відходів; базових професійних уявлень; пануючих науково-технічних концепцій; нормативно-правової бази; ставлення держави; ставлення спільноти і його економічних можливостей. На Координаційний центр забезпечення організації системи обліку відходів, що утворилися результаті споживання продукції, а саме: облік відходів; аналіз їх морфологічного стану на всіх стадіях їх життєвого циклу; збір ТКВ у екоконтейнери чи у пунктах прийому вторинної сировини; транспортування їх на переробку з подальшим перетворенням на готовим корисний продукт [287].

Формування матеріального потоку відходів приведено на рис. 5.4.



Рисунок 5.4 – Формування матеріального потоку відходів

Матеріальні потоки ТКВ можна представити відповідними множинами:

$$W_{\text{TKB}} = (W_{\text{met}}, W_{\text{glass}}, W_{\text{other wastes}}, W_{\text{PET plastic products}}, W_{\text{paper}}), \quad (5.1)$$

де W_{met} – матеріальні потоки відходів металевих виробів, які мають вигляд множини:

$$W_{\text{met}} = (W_{\text{tin cans}}, W_{\text{cans}}, W_{\text{metal covers}}), \quad (5.2)$$

де $W_{\text{tin cans}}$ – матеріальні потоки відходів жерстяних банок,

W_{cans} – матеріальні потоки відходів консервних банок,

$W_{\text{metal covers}}$ – матеріальні потоки відходів металевих кришок;

W_{glass} – матеріальні потоки відходів скла, які мають вигляд множини:

$$W_{\text{glass}} = (W_{\text{glass bottles}}, W_{\text{glass products}}), \quad (5.3)$$

де $W_{\text{glass bottles}}$ – матеріальні потоки відходів пляшок скляних,

$W_{\text{glass products}}$ – матеріальні потоки відходів скляних виробів.

$W_{\text{other wastes}}$ – матеріальні потоки відходів інших відходів, які мають вигляд множини:

$$W_{\text{other wastes}} = (W_{\text{organic species}}, W_{\text{debris}}, W_{\text{wood}}, W_{\text{leaf}}, W_{\text{textile}}), \quad (5.4)$$

де $W_{\text{organic species}}$ – матеріальні потоки відходів органічних відходів,

W_{debris} – матеріальні потоки відходів будівельного сміття,

W_{wood} – матеріальні потоки відходів деревини,

W_{leaf} – матеріальні потоки відходів листя,

W_{textile} – матеріальні потоки відходів текстилю.

$W_{\text{PET plastic products}}$ – матеріальні потоки відходів пластикових виробів, які мають вигляд множини:

$$W_{\text{PET plastic products}} = (W_{\text{containers}}, W_{\text{bottles}}, W_{\text{container}}, W_{\text{bottles}}, W_{\text{plastic covers}}, W_{\text{caps}}), \quad (5.5)$$

де $W_{\text{containers}}$ – матеріальні потоки відходів пакувальних матеріалів,

W_{bottles} – матеріальні потоки відходів пляшок,

$W_{\text{container}}$ – матеріальні потоки відходів тари,

W_{bottles} – матеріальні потоки відходів пляшок (косметична та побутова хімія),

$W_{\text{plastic covers}}$ – матеріальні потоки відходів пластикових кришок,

W_{caps} – матеріальні потоки відходів ковпачків.

W_{paper} – матеріальні потоки відходів папіру які мають вигляд множини:

$$W_{\text{paper}} = (W_{\text{newspapers, magazines}}, W_{\text{cardboard boxes}}, W_{\text{paper packaging}}, W_{\text{wastepaper}}), \quad (5.6)$$

де $W_{\text{newspapers, magazines}}$ – матеріальні потоки відходів газет, журналів,

$W_{\text{cardboard boxes}}$ – матеріальні потоки відходів картонних ящиків,

$W_{\text{paper packaging}}$ – матеріальні потоки відходів паперової тари,

$W_{\text{wastepaper}}$ – матеріальні потоки відходів макулатури.

Управління матеріальними потоками відходів включає [200]:

– забезпечення ефективного збору відходів у місцях їх найбільшої концентрації;

– визначення оптимального маршруту перевезення з урахуванням можливостей їх сортування.

Досвід впровадження логістичних концепцій в регіональному управлінні механізмів вторинних ресурсів для оптимізації інтересів постачальників та споживачів й шляхи застосування логістичних ланцюгів організації руху вторинної сировини розглянуто в публікаціях [197, 198].

Логістична система в програмах поводження з відходами складається з двох логістичних підсистем. Перша – логістична система безпосередньо руху маси відходів, що включає процеси утворення, збору, перевезення, утилізації, захоронення. Друга – логістична система управління програмою, що включає процеси узгодження, вибору та виконання проєктів програми.

Рух матеріального потоку відходів в логістичній схемі поводження з ТКВ на рис. 5.5.

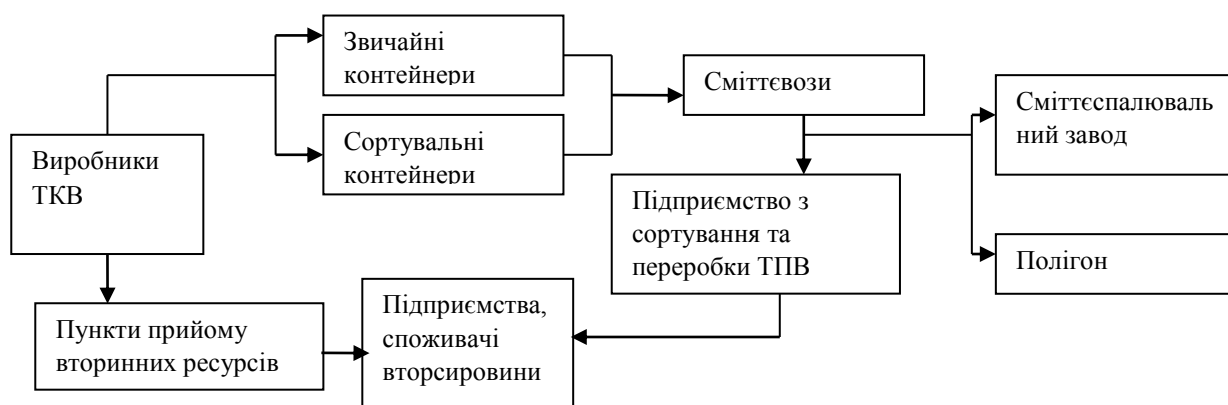


Рисунок 5.5 – Рух матеріального потоку відходів в логістичній схемі поводження з ТКВ

До завдань логістичної системи в програмах управління відходами включають управління матеріальними потоками відходів та ресурсами програми, консалтинг фінансових потоків та управління інформаційними потоками.

Логістичний ланцюг поводження з ТКВ реалізується в цілісній логістичній концепції населеного пункту ОТГ та включає такі ланки: первинного сортування твердих комунальних відходів, збирання відходів, транспортування ТКВ, вторинного сортування відходів, захоронення відходів на полігоні та їх спалювання, переробки ТКВ задля отримання вторинної сировини та її реалізації. Задача оптимізації логістичної системи перерозподілити матеріальні потоки таким чином, щоб зменшити потоки відходів для поховання на полігоні або спалювання, та збільшити потоки вторинного використання або вторинної переробки.

Під час функціонування логістичних систем при управлінні відходами регіону для зниження загальної емісії відходів важливо ініціативи на нижньому рівні ієрархії прийняття рішень визначається як фінансових, так і екологічними зисків. Висновки функціонального ступеню зосереджуються на підвищенні ефективності використання палива для перевезення відходів, оптимізації

маршрутизації автотранспорту та енергозбереження на місцях збору та сортування відходів. Основна задача існує в інтеграції природоохоронних чинників через стратегічне планування логістики та координації еколого-економічного управління на всіх чотирьох рівнях прийняття рішень, що дозволить досягати місії програми на кожному кроці її впровадження.

Для оптимізації виробничої програми перерозподілу матеріальних потоків ТКВ в окремих ОТГ за умов недетермінованості майбутніх витрат на реалізацію процесів поводження з відходами та виробничих ресурсів необхідно, виходячи з особливостей технологічних процесів та наявних виробничих ресурсів суб'єктів господарювання знайти таку виробничу програму, яка забезпечувала б отримання мінімальних збитків на довкілля при функціонуванні системи поводження з відходами. Щоб побудувати економіко – математичні моделі, уведемо такі позначення [203].

Відомі величини:

n – обсяг ТКВ, які можуть утворюються в ОТГ;

j – номер окремого виду ТКВ ($j = \overline{1, n}$);

m – кількість видів виробничих ресурсів суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

i – номер окремого виду виробничих ресурсів ($i = \overline{1, m}$);

a_{ij} – нормативні витрати i -го виробничого ресурсу на збирання, сортування, транспортування, переробки, захоронення одиниці j -го виду ТКВ;

b_i – наявні обсяги виробничих ресурсів i -го виду суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

c_j – змінна частина собівартості процесів поводження з ТКВ одиниці j -го виду відходів, без урахування вартості спожитих виробничих ресурсів;

x_j^{min}, x_j^{max} – відповідно, нижня та верхня межі обсягу відходів j -го виду, які утворюються в окремому ОТГ;

y_i^{min} , y_i^{max} – відповідно, нижня та верхня межі обсягу виробничого використання i -го ресурсу суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

v_i^{min} , v_i^{max} – відповідно, нижня та верхня межі об'єму придбання додаткових виробничих ресурсів i -го виду суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

w_i^{min} , w_i^{max} – відповідно, нижня та верхня межі обсягу реалізації надлишку виробничих ресурсів i -го виду суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами.

Невідомі величини (керовані змінні):

x_j – обсягу відходів j -го виду, які утворюються в окремому ОТГ;

y_i – обсяг виробничого споживання i -го ресурсу суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

v_i – обсяг закупівлі додаткових виробничих ресурсів i -го виду суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

w_i – обсяг надлишку виробничих ресурсів i -го виду суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами;

z – загальні витрати суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами у його змінній частині.

Некеровані параметри:

p_j – ринкова ціна одиниці j -го виду ТКВ;

q_i – ринкова ціна одиниці i -го виробничого ресурсу суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами.

У детермінованих умовах значення некерованих параметрів в момент прийняття рішення вважаються відомими. При наявності ризиків рішення перерозглядаються як випадкові величини з відомими статистичними параметрами. Залежності між відомими, невідомими величинами та некерованими параметрами:

обсяги утворених відходів, а також розміри виробничого використання, отримання додаткових або реалізації зайвих виробничих ресурсів суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами, які повинні відповідати наперед визначеним межам:

$$\begin{aligned} x_j & \min_j^{\max 1, n} ; y_i & \min_i^{\max 1, m} ; \\ v_i & \min_i^{\max 1, m} ; w_i & \min_i^{\max 1, m} ; \end{aligned} \quad (5.7)$$

виробниче використання ресурсів суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами визначається особливостями технологічних процесів збирання, сортування, транспортування, переробки, захоронення ТКВ:

$$y_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, \quad i = \overline{1, m}; \quad (5.8)$$

повинен виконуватись баланс між утворенням ТКВ та використання виробничих ресурсів суб'єктів господарювання для процесів збирання, сортування, транспортування, переробки, захоронення ТКВ:

$$b_i + v_i = y_i + w_i, \quad i = \overline{1, m}; \quad (5.9)$$

витрати суб'єктів господарювання в системі поводження з відходами визначається сумою збитків ОТГ, спричинених обсягом утворених відходів та витрат суб'єктів господарювання на використання виробничих ресурсів:

$$z = \sum_{j=1}^n p_j x_j + \sum_{i=1}^m q_i w_i + \sum_{j=1}^n c_j x_j + \sum_{i=1}^m q_i y_i \quad (5.10)$$

З врахуванням наведених співвідношень економіко-математична модифікація питання знаходження виробничого коду ОТГ на впровадження логістичної системи управління відходами у детермінованому випадку записується так:

$$\left. \begin{aligned}
 z = \sum_{j=1}^n (p_j + c_j)x_j + \sum_{i=1}^m q_i y_i + \sum_{i=1}^m q_i w_i &\rightarrow \min, \\
 \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j - y_i = 0, & \quad i = \overline{1, m}, \\
 y_i - v_i + w_i = b_i, & \quad i = \overline{1, m}, \\
 x & \\
 v_i & \\
 w_i &
 \end{aligned} \right\} \quad (5.11)$$

Модель – це завдання лінійного програмування, для знаходження її розв’язку можна використати широко поширений пакет Excel.

Для реалізації виробничої програми ОТГ на впровадження логістичної системи поводження з відходами доцільно сформувати систему управління інформаційними логістичними потоками за сервісною моделлю, представленою на рис. 5.6. Інформаційна система забезпечує збір, передачу та обробку інформації, що надходить суб’єктів господарювання в системі поводження з відходами. В системі засоби обробки інформації розміщуються всередині інформаційних потоків для досягнення найбільшої ефективності її використання. Одночасно процес охоплює і пошук забезпечення рівня логістичної діяльності, при якій витрати на здійснення технологічних процесів збирання, сортування, транспортування, переробки, захоронення ТКВ мінімальні.

Управління інформаційними потоками включає обмін інформацією про склад та структуру матеріального потоку відходів, значення емісій при тих чи інших процесах, що пов’язані з утворенням, зберіганням, транспортуванням та утилізацією відходів. Обмін інформацією між керівниками ОТГ при впровадженні виробничої програми і менеджерами проєктів, між утворенням ТКВ та процесами управління ними, між всіма зацікавленими сторонами, в тому числі мешканцями громади, регіону [148].

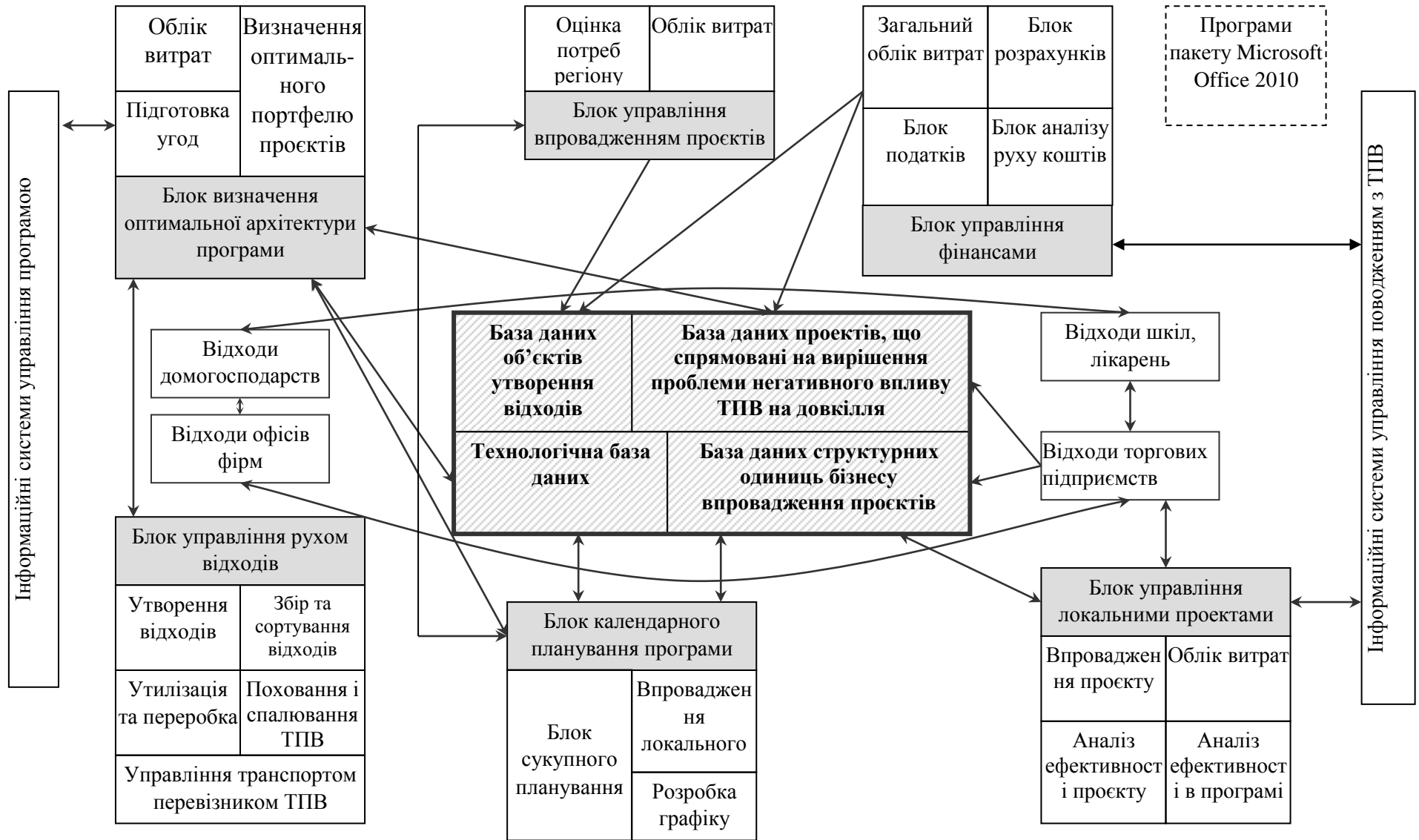


Рисунок 5.6 – Сервісна модель електронної інформаційної системи управління відходами для ОТГ

Інформація має кількісні і якісні характеристики і, як правило, пов'язана з матеріальними та фінансовими потоками і може слідувати з ними синхронно, а може бути розділена. Використання моделі дозволить підвищити гнучкість логістичної системи, поліпшить її масштабованість та стабільність, скоротити час на реагування на зміни.

Ця логістична система дозволяє забезпечити покращення функціонування організаційних бізнес-процесів взаємодії громади, влади та комунальних підприємств з вивезення, транспортування, збирання відходів та втілити логістичні технології в практичну діяльність. Результатом взаємодії всіх зацікавлених осіб є створення ефективної системи збирання, сортування, транспортування та утилізації відходів, що характеризується досягнутим рівнем еколого-економічної ефективності та екологічної безпеки [288]. Тому, порівнюючи параметри реально обсягу послуг з необхідними параметрами, визначають логістичний ефект роботи системи поводження з відходами та використання вторинних ресурсів.

Таким чином, концептуальна модель екологічно-безпечної інноваційної логістичної системи управління відходами для об'єднаних територіальних громад є комплексною системою поводження з відходами, яка дозволяє здійснювати управління матеріальним, інформаційним і фінансовим потоком на трьох рівнях регіонального управління – стратегічному, тактичному, операційному. Новизна концепції логістичного підходу в управлінні системи поводження з відходами полягає у зміні пріоритетів при розподілі взаємозв'язків в управлінні ТКВ та включає формування екологічної свідомості і культури поводження з відходами всіх стейкхолдерів.

Запропонована схематична модель логістичної системи функціонування регіонального плану поводження з відходами для ОТГ із включенням координаційного агента для управління відходами для забезпечення управління всіма логістичними потоками ТКВ – фінансовими, матеріальними, інформаційними.

5.1.2. Особливості логістичних процесів транспортування комунальних відходів

Невід'ємною частиною логістичної системи рециклінгу ТКВ є процес їх доставки до місця сортування, переробки чи зберігання, що забезпечує організацію збору та перевезення ТКВ на підприємство переробки. Етап транспортування відходів є одним із важливих чинників негативного впливу на довкілля. Отже, вибір бізнес-структури перевізника для транспортування ТКВ є важливим етапом оптимізації логістичної системи поводження з відходами.

Для комплексної оцінки впливу системи транспортування, розміщення, переробки ТКВ слід керуватися певним набором критеріїв. Серед критеріїв необхідно враховувати критерії екологічного впливу на довкілля, економічної ефективності, транспортно-експлуатаційні (логістичні). Існує низка часткових критеріїв оцінки еколого-економічної ефективності транспортної логістичної системи як складової поводження з відходами. Критерій довговічності, наявності нового обладнання, нового автомобільного парку чи термін експлуатації транспортного засобу та наявність власної ремонтної та мийної дільниці є дуже важливим критерієм для нормального функціонування підприємства.

Важливим критерієм вибору підприємства-перевізника є наявність власних контейнерів (не менше 30% від загальної кількості контейнерного парку), для роздільного збору сміття. Тому кількість та наявність таких контейнерів також можна вважати важливим показником. Досвід роботи підприємства свідчить про його можливість та перспективи розвитку у цій сфері. Очевидно, що між двома фірмами оберуть ту, яка вже давно визнана на ринку та повністю задовольняє користувачів їх послуги. Тому, як ще одним критерієм доцільно обрати досвід роботи.

Якщо підприємство-перевізник не виконує своїх прямих обов'язків зазначених у договорі, виникає можливість надходження скарг чи поява певних заборгованостей, тому наявність скарг – важливий показник за яким можна надати явну перевагу одному з підприємств.

Ще до недавнього часу система GPS-control була новим механізмом контролювання, але через підвищення конкурентоспроможності підприємств, цей критерій не можна вважати суттєвим, так як автоматизація та дистанційне спостереження стає обов'язковою вимогою для такої сфери діяльності.

Можливими критеріями можуть виступати також: наявність на підприємстві кваліфікованого персоналу, кількість дорожньо-транспортних пригод під час перевезення, додержання графіка вивозу.

Для дослідження доцільно використовувати ті, що в повній мірі відображають ефективність процесу транспортування та вплив на довкілля. При виборі критеріїв необхідно орієнтуватися на такі показники, що враховують принципи сталого розвитку, споживання природних ресурсів (в процесі транспортування – палива, що виробляється з вичерпного природного ресурсу - нафти), рівень впливу на довкілля шкідливих компонентів відпрацьованих газів двигунів транспортних засобів, мінімізацію впливу на довкілля тощо.

Згідно з методологією управління програмами P2M [193] найбільш прийнятними та ефективними методами, що формують системи показників ефективності програми, є метод "П'ять "Е" і два "А"". Метод "П'ять "Е" і два "А"" включає показники: п'ять "Е" – efficiency (ефективність), effectiveness (результативність), earned value (освоєний об'єм), ethics (етика), ecology (екологія) і два "А" – accountability (підзвітність), acceptability (прийнятність). Набір показників може бути представлено у вигляді такої моделі:

$$\begin{aligned} P5E2A &= (E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, A_1, A_2) = (\{e_1\}; \{e_2\}; \{e_3\}; \{e_4\}; \{e_5\}; \{a_1\}; \{a_2\}) = \\ &= (e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, a_1, a_2) \end{aligned} \quad , \quad (5.12)$$

$$0 \leq e_i^- \leq e_i \leq e_i^+ < +\infty, i = 1, 2, 3, 4, 5;$$

$$0 \leq a^- \leq a_i \leq a^+ < +\infty, i = 1, 2.$$

де $P5E2A$ – показник ефективності екологічної програми;

E_1 – матеріально-технічні критерії;

E_2 – професійні вимоги;

E_3 – фінансово-економічні критерії;

E_4 – екологічні критерії;

E_5 – соціальні критерії;

A_1 – надійність, визначається рівнем відповідальності менеджменту за результати програми, включаючи проміжні результати, отримані зацікавленими сторонами, а також прозорістю, наочністю і відкритістю інформування громадськості про статус програми на поточний момент;

A_2 – допустимість, яка визначається значеннями, що прийняли зацікавлені сторони для вартісних показників програми, виражені в кількості вкладеного капіталу, гарантії повернення інвестицій і затверджених планів розподілу потоку грошових коштів програми в часі; e^-, e^+, a^-, a^+ - межі зміни показника.

Множина матеріально-технічних критеріїв включає:

$$E_1 = \left(MT_1^{\text{норм.прав}}, MT_2^{\text{мат-техн.}}, MT_3^{\text{ефект.послуг}}, MT_4^{\text{автотр.}}, MT_5^{\text{контейн.госп}} \right) \quad (5.13)$$

де $MT_1^{\text{норм.прав}}$ - критерій відповідності нормативно-правовим вимогам,

$MT_2^{\text{мат-техн.}}$ - критерій відповідності матеріально-технічної бази,

$MT_3^{\text{ефект.послуг}}$ - критерій ефективності виконання послуги,

$MT_4^{\text{автотр.}}$ - характеристика автотранспорту перевізника

$MT_5^{\text{контейн.госп}}$ - критерій контейнерне господарство.

Характеристика *критерію нормативно-правових вимог* може визначатися множиною:

$$MT_1^{\text{норм.прав.}} = (MT_{1.1}^{\text{норм.прав.}}, MT_{1.2}^{\text{норм.прав.}}, MT_{1.3}^{\text{норм.прав.}}, MT_{1.4}^{\text{норм.прав.}}, MT_{1.5}^{\text{норм.прав.}}, MT_{1.6}^{\text{норм.прав.}}) \quad (5.14)$$

де $MT_{1.1}^{\text{норм.прав.}}$ - наявність сертифікату відповідності послуг,

$MT_{1.2}^{\text{норм.прав.}}$ - наявність дозволу на право вивезення відходів,

$MT_{1.3}^{\text{норм.прав.}}$ - наявність дозволів на розміщення відходів на полігоні,

$MT_{1.4}^{\text{норм.прав.}}$ - наявність дозволу від санепідемстанції на розміщення відходів,

$MT_{1.5}^{\text{норм.прав.}}$ - наявність відповідних дозволів від місцевих органів, органу державного екологічного управління,

$MT_{1.6}^{норм.прав.}$ - наявність лімітів на утворення та розміщення ТКВ.

Характеристика *критерію матеріально-технічної бази* може визначатися множиною:

$$MT_2^{матер.техн.} = (MT_{2.1}^{матер.техн.}, MT_{2.2}^{матер.техн.}, MT_{2.3}^{матер.техн.}, MT_{2.4}^{матер.техн.}, MT_{2.5}^{матер.техн.}), \quad (5.15)$$

де $MT_{2.1}^{мат. - техн.}$ - власна матеріально-технічна база,

$MT_{2.2}^{мат. - техн.}$ - орендована з власними фахівцями щоденного контролю технічного стану автотранспорту та медичного контролю стану здоров'я водіїв,

$MT_{2.3}^{мат. - техн.}$ - орендована з наданням послуг відповідною організацією,

$MT_{2.4}^{мат. - техн.}$ - наявність авторемонтної майстерні для ремонту автотранспорту

$MT_{2.5}^{мат. - техн.}$ - наявність приміщення для ремонту та зберігання контейнерів для сміття.

Характеристика *критерію ефективності виконання послуги* може визначатися множиною:

$$MT_3^{ефект.послуги} = (MT_{3.1}^{ефект.послуги}, MT_{3.2}^{ефект.послуги}, MT_{3.3}^{ефект.послуги}, MT_{3.4}^{ефект.послуги}, MT_{3.5}^{ефект.послуги}) \quad (5.16)$$

де $MT_{3.1}^{ефект.послуги}$ - наявність власного полігону,

$MT_{3.2}^{ефект.послуги}$ - наявність власного сміттєсортувальної станції,

$MT_{3.3}^{ефект.послуги}$ - наявність договорів з підприємствами, що здійснюють

зберігання, утилізацію, переробку, знешкодження або захоронення відходів,

$MT_{3.4}^{ефект.послуги}$ - % власного автотранспорту у загальній кількості автотранспорту перевізника з діючими ліцензійними картками,

$MT_{3.5}^{ефект.послуги}$ - % вітчизняного автотранспорту у загальній кількості автотранспорту перевізника.

Характеристика *критерію автотранспорту перевізника* може визначатися множиною:

$$MT_4^{автотр.} = (MT_{4.1}^{автотр.}, MT_{4.2}^{автотр.}, MT_{4.4}^{автотр.}, MT_{4.5}^{автотр.}, MT_{4.6}^{автотр.}, MT_{4.7}^{автотр.}, MT_{4.8}^{автотр.}, MT_{4.9}^{автотр.}, MT_{4.10}^{автотр.}, MT_{4.11}^{автотр.}, MT_{4.12}^{автотр.}, MT_{4.13}^{автотр.}) \quad (5.17)$$

- де $MT_{4.1}^{автотр.}$ – кількість спеціалізованих сміттєвозів,
 $MT_{4.2}^{автотр.}$ – кількість вантажних платформ,
 $MT_{4.3}^{автотр.}$ – кількість вантажних самоскидів,
 $MT_{4.4}^{автотр.}$ – термін експлуатації автотранспорту,
 $MT_{4.5}^{автотр.}$ – євро-клас транспортного засобу,
 $MT_{4.6}^{автотр.}$ – вантажопідйомність транспортного засобу,
 $MT_{4.7}^{автотр.}$ – кількість споживання палива,
 $MT_{4.8}^{автотр.}$ – наявність системи заднього завантаження євро контейнерів різного об'єму,
 $MT_{4.9}^{автотр.}$ – обладнання тентами для перевезення сипучих вантажів,
 $MT_{4.10}^{автотр.}$ – ущільнення кузовів для запобігання забруднення шляхів та прилеглої території,
 $MT_{4.11}^{автотр.}$ – обладнання пристроями контролю та супроводу перевезення відходів,
 $MT_{4.12}^{автотр.}$ – наявність системи GPS-control,
 $MT_{4.13}^{автотр.}$ – проведення планової мийки і дезінфекції сміттєвозів.

Характеристика *критерію контейнерне господарство* може визначатися множиною:

$$MT_5^{контейн.госп} = (MT_{5.1}^{контейн.госп}, MT_{5.2}^{контейн.госп}, MT_{5.3}^{контейн.госп}) \quad (5.18)$$

- де $MT_{5.1}^{контейн.госп}$ - загальна кількість власних контейнерів;
 $MT_{5.2}^{контейн.госп}$ - кількість контейнерів для роздільного збору ТКВ;

$MT_{5.3}^{\text{контейн.госп}}$ - кількість типів контейнерів різного об'єму (якісний склад).

Множина критеріїв професійних вимог включає:

$$E_2 = (E_2^{\text{досвід}}, E_2^{\text{рівень.знань}}, E_2^{\text{рівень.роботи}}) \quad (5.19)$$

де $E_2^{\text{досвід}}$ – досвід перевізника;

$E_2^{\text{рівень.знань}}$ – рівень знань перевізника;

$E_2^{\text{рівень.роботи}}$ – рівень роботи перевізника без порушень, виявлених працівниками Державтоінспекції.

Характеристика *критерію досвід перевізника* може визначатися множиною:

$$E_2^{\text{досвід}} = (E_{2.1}^{\text{досвід}}, E_{2.2}^{\text{досвід}}) \quad (5.20)$$

де $E_{2.1}^{\text{досвід}}$ – досвід роботи перевізника з надання певних послуг;

$E_{2.2}^{\text{досвід}}$ – досвід роботи перевізника з організації збору, вивезення ТКВ.

Характеристика *критерію рівня знань перевізника* може визначатися множиною:

$$E_2^{\text{рівень.знань}} = (E_{2.1}^{\text{рівень.знань}}, E_{2.2}^{\text{рівень.знань}}, E_{2.3}^{\text{рівень.знань}}) \quad (5.21)$$

де $E_{2.1}^{\text{рівень.знань}}$ – % адміністративного персоналу, які мають необхідні знання та досвід у сфері поводження з ТКВ;

$E_{2.2}^{\text{рівень.знань}}$ – % виробничого персоналу, які мають необхідні знання та досвід;

$E_{2.3}^{\text{рівень.знань}}$ – % водіїв, які пройшли спеціальний інструктаж.

Характеристика *критерію рівень роботи перевізника без порушень, виявлених працівниками Державтоінспекції*, може визначатися множиною:

$$E_2^{\text{рівень.роботи}} = (E_{2.1}^{\text{рівень.роботи}}, E_{2.2}^{\text{рівень.роботи}}) \quad (5.21)$$

де $E_{2.1}^{\text{рівень.роботи}}$ – % порушень, виявлених працівниками Державтоінспекції, що припадає на кількість дозволів виданих перевізникові,

$E_{2.2}^{\text{рівень.роботи}}$ – кількість дорожньо-транспортних пригод, скоєних з вини водіїв перевізника (за останній рік)

Множина фінансово-економічних критеріїв включає:

$$E_3 = (FE_1^{\text{фін.}}, FE_2^{\text{екон.}}, FE_3^{\text{екон.-екол.}}), \quad (5.22)$$

де $FE_1^{\text{фін.}}$ – критерій фінансових показників,

$FE_2^{\text{екон.}}$ – критерій економічних показників,

$FE_3^{\text{екон.-екол.}}$ – критерій еколого-економічних показників.

Відповідність критерію фінансових показників може визначатися множиною:

$$FE_1^{\text{фін.}} = (FE_{1.1}^{\text{фін.}}, FE_{1.2}^{\text{фін.}}, FE_{1.3}^{\text{фін.}}, FE_{1.4}^{\text{фін.}}), \quad (5.23)$$

$FE_{1.1}^{\text{фін.}}$ – ціна вивезення 1 м³ ТПВ з певної території,

$FE_{1.2}^{\text{фін.}}$ – вартість пального, що використовується для транспортування ТКВ,

$FE_{1.3}^{\text{фін.}}$ – витрати на оплату праці водіїв,

$FE_{1.4}^{\text{фін.}}$ – витрати на технічне обслуговування транспортних засобів.

Відповідність критерію економічних показників може визначатися множиною:

$$FE_2^{\text{екон.}} = (FE_{2.1}^{\text{екон.}}, FE_{2.2}^{\text{екон.}}), \quad (5.24)$$

де $FE_{2.1}^{\text{екон.}}$ – продуктивність праці спецавтотранспорту з перевезення ТПВ (об'єм ТПВ і негабаритних відходів, що перевозиться за один рейс),

$FE_{2.2}^{\text{екон.}}$ – можливість залучення інвестицій для придбання відповідної кількості контейнерів для збору ТПВ з наступною передачею їх до міської комунальної власності.

Відповідність критерію еколого-економічних показників може визначатися множиною:

$$FE_3^{\text{екон.-екол.}} = (FE_{3.1}^{\text{екон.-екол.}}, FE_{3.2}^{\text{екон.-екол.}}, FE_{3.3}^{\text{екон.-екол.}}), \quad (5.25)$$

де $FE_{3.1}^{\text{екон.-екол.}}$ – еколого-економічний збиток від забруднення довкілля,

$FE_{3.2}^{\text{екон.-екол.}}$ – еколого-економічний збиток від вилучення земель із с/г використання,

$FE_{3.3}^{\text{екон.-екол.}}$ – екологічні платежі за використання природних ресурсів.

Відповідність екологічному критерію може визначатися множиною:

$$E_4 = (E_{4.1}^{\text{екол.}}, E_{4.2}^{\text{екол.}}, E_{4.3}^{\text{екол.}}, E_{4.4}^{\text{екол.}}, E_{4.5}^{\text{екол.}}), \quad (5.26)$$

де $E_{4.1}^{\text{екол.}}$ – викиди в атмосферу шкідливих речовин при перевезенні ТКВ,

$E_{4.2}^{\text{екол.}}$ – забруднення водойм та підземних вод,

$E_{4.3}^{\text{екол.}}$ – забруднення ґрунтів та прилеглої території,

$E_{4.4}^{\text{екол.}}$ – кількість відходів самого підприємства,

$E_{4.5}^{\text{екол.}}$ – збереження біорізноманіття.

Відповідність соціальному критерію може визначатися множиною:

$$E_5^{\text{соціальн}} = (E_{5.1}^{\text{соціальн}}, E_{5.2}^{\text{соціальн}}, E_{5.3}^{\text{соціальн}}, E_{5.4}^{\text{соціальн}}, E_{5.5}^{\text{соціальн}}), \quad (5.27)$$

де $E_{5.1}^{\text{соціальн}}$ – якість перевезення;

$E_{5.2}^{\text{соціальн}}$ – додержання графіка вивозу ТКВ;

$E_{5.3}^{\text{соціальн}}$ – наявність системи зв'язку з клієнтами;

$E_{5.4}^{\text{соціальн}}$ – ефективність проведення інформаційної компанії впровадження системи роздільного збору відходів;

$E_{5.5}^{\text{соціальн}}$ – % скарг, що припадає на кількість дозволів виданих перевізникові.

При виборі критеріїв потрібно спиратися на наявні кількісні та якісні показники роботи підприємств. Розроблені критерії дозволяють вибрати підприємство, для здійснення відповідних послуг. Множини локальних критеріїв можуть бути використані самим підприємством для здійснення тих чи інших заходів.

Застосуємо окремі критерії для вибору більш екологічного транспортного засобу для транспортування ТКВ.

З множини запропонованих критеріїв вибираємо критерії, які найбільш характеризують еколого-економічну ефективність перевезення відходів. В результаті експертного оцінювання було вибрано фінансові, еколого-економічні та матеріально-технічні критерії:

$$(FE_{1.2}^{\text{фін.}}, FE_{1.3}^{\text{фін.}}, FE_{1.4}^{\text{фін.}}) \cup (FE_{3.1}^{\text{екон.-екол.}}, FE_{3.2}^{\text{екон.-екол.}}, FE_{3.3}^{\text{екон.-екол.}}) \cup (MT_{4.5}^{\text{автотр.}}, MT_{4.6}^{\text{автотр.}}, MT_{4.7}^{\text{автотр.}}). \quad (5.28)$$

Вартість пального ($FE_{1.2}^{\text{фін.}}$) в сукупності з логістичними витратами впливає на вартість перевезення відходів, але це є некерований параметр, оскільки ціна на пальне залежить від ціни на нафту. Розрахунок витрат пального транспортним засобом будемо проводити відповідно до [195, 290].

Сміттєвоз є спеціальним транспортним засобом, тому розрахунок витрати палива проводимо за формуло:

$$Q_n = 0,01 \cdot N_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e) + N_{об} \cdot T_{об} \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{ec}), \quad (5.29)$$

де: N_s – базова лінійна норма витрати палива на пробіг спеціального автомобіля, л/100 км ($m^3/100$ км);

$N_{об}$ – норма витрати палива на роботу спеціального обладнання, л/год. або літри на виконану операцію (заповнення цистерни, тощо);

$T_{об}$ – час роботи обладнання, годин або кількість виконаних операцій;

K_e – сумарний коригуючий коефіцієнт до лінійної норми, %;

K_{ec} - сумарний коригуючий коефіцієнт до норми на роботу спеціального обладнання, %.

Кількість палива, що споживає тягач розраховується за формулою:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_e), \quad (5.30)$$

де: Q_H - нормативна витрата палива, літри, (m^3);

H_s - базова лінійна норма витрати палива, л/100 км ($m^3/100$ км);

S - пробіг автомобіля, км;

K_e - сумарний коригуючий коефіцієнт, %.

Вартість (B_n) 1л палива залежить від ціни на заправочних станціях, тому беремо середнє значення.

Витрати на оплату праці залежать від кваліфікації водія та ринку праці, що визначає зарплатну ставку. Відповідно цей параметр не впливає на еколого-економічний збиток доквіллю, але є невід'ємною складовою логістичних витрат. Витрати на технічне обслуговування транспортних засобів визначаються самою компанією, зазвичай вони становлять 0,15 грн/км та залежать саме від зношеності транспортного засобу та дорожнього обстановки, відповідно вони також є некерованими.

Еколого-економічний збиток від забруднення доквілля шкідливими викидами забруднюючих речовин від двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів залежать в першу чергу від Євро-класу транспортного засобу. Тобто чим менше двигун викидає в доквілля полютантів тим меншим буде екологічний збиток доквіллю, відповідно заміна транспортного засобу на більш "зелений" мінімізує негативний вплив на доквілля.

Еколого-економічний збиток від забруднення доквілля транспортними засобами будемо проводити відповідно методики визначення рівня забрудненості навколишнього середовища автомобілями відповідно до норм Еуро представленої

в методичних вказівках "Оцінювання автомобільного транспорту як джерела шкідливих речовин".

Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин для норм EURO-1 – EURO-6 проводиться за формулою [291]:

$$M_j = S_k \cdot \gamma_{jk}, \quad (5.31)$$

де: S_k – річний пробіг k -го типу транспортного засобу, км;

γ_{jk} – викид j -ї ЗР речовини на 1 км пробігу k -го типу транспорту відповідно до норм *EURO*, г/км;

Еколого-економічний збиток, що завдає довкіллю сміттєвоз розраховується за формулою:

$$K = \sum \varphi_j \cdot M_j, \text{ EUR} \quad (5.32)$$

де φ_j - величина, що визначає плату за викид з одиниці шкідливої речовини, EUR/г [292];

M_j - маса j -ї шкідливої речовини, що викидається за певний період, кг.

Еколого-економічний збиток від вилучення земель із сільськогосподарського використання залежить від обсягу ТКВ, відповідно чим більше відходів потрапить на переробку тим меншим він буде та менше земель зазнає забруднення.

Еколого-економічний збиток ($FE_{3.2}^{\text{екоп.-екол.}}$) від розміщення ТКВ на звалищі є сумую збитку від забруднення земельних ресурсів ($Z_{\text{гр}}$) та збитку від вилучення родючих ґрунтів із сільськогосподарського використання ($Z_{\text{вил}}$).

Еколого-економічний збиток від забруднення земельних ресурсів розрахуємо за формулою [290]:

$$Z_{\text{гр}} = \sum q \cdot Z_{\text{д}}^{\text{ґр}} \cdot M_{\text{в}} \cdot \alpha \cdot \gamma \quad (5.32)$$

де q - коефіцієнт, що враховує родючість земельних ресурсів;

Z_d^{gr} - питомий збиток від розміщення однієї тонни ТКВ на звалищі побутових відходів становить 3 грн/т;

M_v - маса викиду в ґрунт;

α - коефіцієнт, що враховує зону розміщення відходів;

γ - коефіцієнт, що враховує характер місця розміщення відходів.

Збиток від вилучення земель розраховується за формулою [195]:

$$Z_{вил} = P \cdot S \cdot t \quad (5.33)$$

де P – платежі за земельні ресурси, які становлять близько 3 млн. грн. за 1 га [290];

S – площа земель, що вилучається із с/г виробництва;

t – період існування звалища.

Логістичні витрати на транспортування ТКВ залежать від транспортно-експлуатаційних показників вантажівок. Від Євро-класу транспортного засобу залежить витрата палива та викиди шкідливих речовин, що відповідно визначають еколого-економічний збиток довкіллю. Вантажопідйомність є не менш важливим критерієм, оскільки від нього залежить скільки їздок має зробити транспортний засіб, щоб доставити необхідну масу вантажу у визначене місце.

Еколого-економічну ефективність системи поводження з ТКВ можна визначити як сукупність еколого-економічного збитку завданому навколишньому середовищу, відповідно чим менший збиток, тим ефективніше система поводження з відходами (5.8):

$$\sum EEZ \rightarrow \min \quad (5.34)$$

Під час визначення ефективності системи поводження з ТКВ слід враховувати подальші збитки довкіллю (при розміщенні пляшок на звалищі) та наявність чи відсутність прибутку від даної діяльності.

Таким чином, в результаті досліджень сформована концептуальна модель екологічно-безпечної інноваційної логістичної системи управління відходами для об'єднаних територіальних громад. Запропонована схематична модель логістичної системи функціонування регіонального плану поводження з відходами для ОТГ із включенням координаційного агента для управління відходами для забезпечення управління всіма логістичними потоками ТКВ – фінансовими, матеріальними, інформаційними. Для комплексної оцінки впливу системи транспортування, розміщення і переробки ТКВ запропоновано набір критеріїв, який включає матеріально-технічні критерії, критерії професійних вимог, фінансово-економічні критерії, екологічні критерії та соціальні критерії. Кожна група критеріїв характеризується множиною локальних критеріїв, що дозволяє здійснити вибір бізнес-структури перевізника для транспортування ТКВ при оптимізації логістичної системи поводження з відходами.

5.2. Розробка методологічних основ краудсорсингу при управлінні відходами

Одна з найбільш важливих проблем формування нинішньої політики в сфері природоохоронної безпеки розуміється відбір і використання якісно нових крауд-технологій (краудсорсинг, краудфандинг) у сфері поводження з комунальними відходами, які є дозволяють долучити громаду до формування та впровадження технологічних рішень. Також крауд-технології застосовують в маркетинговій діяльності підприємств, що передбачає регулювання покупцем в мережових спільнотах, комунікаційного зразка управління покупцем в мережі і технології реалізації в мережі Інтернет. Класичні методи управління з відходами витратили свої здібності й вимагають новітніх теоретичних розробок, інноваційних колективних технологій управління, та які засновані на стратегії практичних дій.

5.2.1. Концепція краудсорсингу для вирішення завдань управління відходами

Незважаючи на існуючу нормативну основу й приєднання України до ряду міжнародних договорів, конвенцій, документів, нормалізований синергізм з міжнародними інститутами в зоні захисту довкілля, дотримання відповідного ступеня законодавства є недостатнім. Невисока результативність формування екологічної політики й використання природоохоронного управління, порушення природоохоронних прав громадян, відсутність достатнього ступеня допуску до даних, комунікації, інформації та продуктивної взаємодії з населенням активізують соціальні підрозділи до діючого активного екологічного руху [295, 300].

Теорія краудсорсингу в екологічній діяльності обґрунтовується на активізації екологічного руху. В роботі національних структур краудсорсинг проводить громадське обговорення роздільних запитань природоохоронного законодавства (наприклад, Національної стратегії поводження з відходами), або записувати факти порушення природоохоронного законодавства. Для соціально-відповідальних підприємств краудсорсинг, в більшості випадків, є досконалим методом зниження витрат підприємств у формування нових ідей, які об'єднані з природоохоронним менеджментом або логістичним рециклінгом.

Основними діячами екологічного краудсорсингу є свідомі громадськість, яка зацікавлена у вирішенні проблеми покращення стану довкілля. Краудсорсинг реалізується в масштабах громадської сфери як відкритий, самостійний через влади простір взаємодії, в якому народонаселення (громадськість) з'єднуються заради виведення соціально значних завдань збереження навколишнього середовища й інноваційних підходів до їх вирішення. Краудсорсинг представлений інструментом, нагородженим потенціалом розвитку свідомої й активної цивільної позиції. Прикладом краудсорсингу є інтернет-мережу, що дає можливість утилізувати всілякі інтернет-ресурси, наприклад, інтернет-сайт несанкціонованих звалищ, які наповнюються самими клієнтами. Екокраудсорсинг в схемі управління відходами дозволяє вирішувати завдання зі зниження

негативного впливу відходів для довкілля, які активізують соціальний інтерес. Дослідження релевантної цілеспрямованій аудиторії із залученням соціальних мереж для того, наприклад, контролю й прогнозу місць скупчення відходів, часом видається незвичайним з назначеними обмеженнями, які має визнавати, враховувати й перевіряти перед запуском крауд-проектів [300].

Введення концепції природоохоронного краудсорсингу можливо вивчати як: в категорії "натовп" експерименту більш ніж, в окремої особистості, однак майстерність охоплюється природно в тому, щоб виробити вимога з метою реалізації свого досвіду. В державі еокраудсорсинг результативний при обговоренні природоохоронного законодавства з метою формування роботи способом СМС-повідомлень з фотофіксацією фактів порушення екологічних норм. В частині природоохоронного виробництва еокраудсорсинг, як правило, дивиться як ідеальний порядок зниження витрат фірм у формуванні захоплюючих думок, отже чи інакше об'єднаних з природоохоронним менеджментом або логістикою. Еокраудсорсинг є не елементарним порядком форуму спілкування громадян, де в некерованій формі обговорюють особисті проблеми, або кращої схеми зв'язку серед країною й суспільством.

Він координаційно й методично впорядкований конфігурацією взаємодії компанії з активними користувачами мережі інтернет для виконання поставлених напрямків формування та реалізації аналогічних адміністративних дій, формування цілого обговорення (проблематизація), постановка його обставин, мотивація й залучення фахівців, угруповань та фільтрації думок, документування результатів обговорення.

Алгоритм взаємодії учасників в крауд-проектах наведено на рис. 5.7.

Відміною ознакою природоохоронного краудсорсингу є можливість декомпозиції служби або проблеми й її роз'єднання для менш незначних чисел або модулів. Підбір кращої природоохоронної ідеї трапляється зараз через узгодження і вибору методу, де буде досягнуто бездоганний результат. Йому надається можливість виходити звичайним замовником, спільними зусиллями фахівців з краудсорсингу і замовника, або голосуванням, яке можливо створити відкритим

для всіх користувачів сайту, або закритим, виключно заради певних компаній користувачів, фірм або співучасників з конкретним рангом тощо [295].

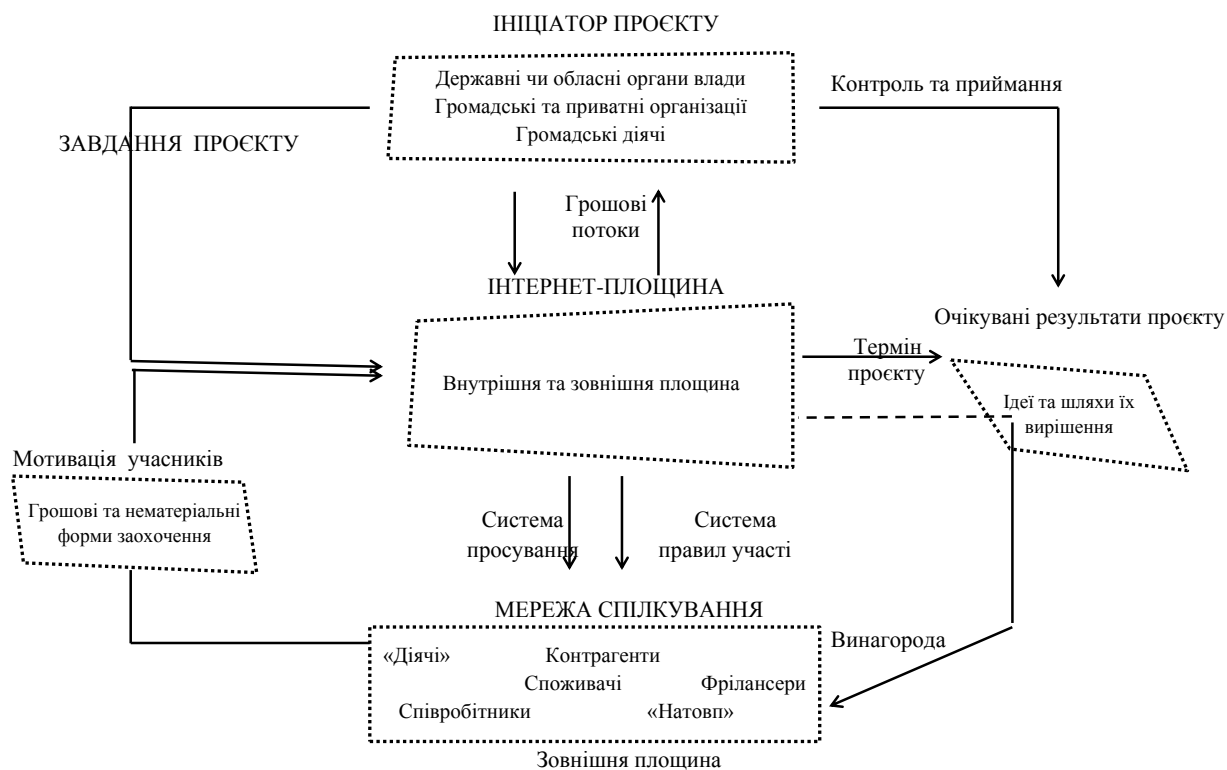


Рисунок 5.7 – Алгоритм взаємодії учасників в крауд-проектах

Використання цієї технології дозволяє залучати людський потенціал без географічних обмежень. Важливим є лише кінцевий продукт. Інколи більш успішними у вирішенні завдання бувають ті особи, що мають менше практичного досвіду у визначеній галузі. До спільної діяльності можна долучати великі групи людей, що дозволяє отримувати необхідні матеріали, ідеї та іншу інформацію як результат роботи залученої аудиторії.

Проте, метод має свої обмеження. До них зараховують інформаційний шум, низький коефіцієнт корисної дії (ККД) колективної роботи, властивість людини вибирати рішення, які є простими й зрозумілими.

Зниження та трансформація цих недоліків підвищує ефективність екокраудсорсингу. Вплив шуму можна знизити за допомогою багаторівневої проблематизації – системи рейтингів, фільтрів, підписок. Підвищити ККД колективної роботи можна за допомогою фасилітації та структуризації проєктів,

тобто більш ретельного управління роботою спільноти на платформі. Зменшити ефект більшої популярності простих ідей можна використанням комплексних методів оцінки та відбору ідей: фільтрації, різних голосувань, біржі ідей. При застосуванні цих методів вплив недоліків можна мінімізувати. Структурування і оптимізація процесів управління сучасними екологічними проектами дозволить створювати "хмарні підприємства", які будуть вирішувати екологічні проблеми за рахунок виробництва знань, інновацій і пошуку відповідних людських ресурсів.

Отже, екокраудсорсинг – це перенесення роздільних природоохоронних функцій маршрутом комп'ютерних мереж на невизначену ділянку осіб в публічній громадській площині, не має на увазі укладення трудового договору. В такому випадку екокраудсорсинг – це позитивно нововинайдений момент з метою укладення важких проблем й питань в природоохоронній сфері. Екокраудсорсинг обґрунтовується на умі "натовпу" співучасників екологічного руху. Екокраудсорсинг представляється координаційно й послідовно впорядкованою модифікацією онлайн-взаємодії влади з суспільством і не може мати нічого спільного з класичним природоохоронним менеджментом, як "консультації з громадськістю", "звернення громадян" або "гарячі лінії".

Для розробки методу екологічного краудсорсингу для управління відходами сформуємо систему основних понять та визначень [293].

Визначення 1. Екокраудсорсинг для управління відходами – це перенесення роздільних екологічних функцій в громадській області комп'ютерних мереж для невизначеної кількості осіб для зниження накопичення відходів, що не передбачає присутності трудових відносин.

Визначення 2. Екокраудсорсинг як платформа управління відходами – технологія, яка забезпечує реалізацію екокраудпроекту поводження з відходами та дозволяє організувати реалізацію декількох краудпроектів.

Визначення 3. Екокраудпроект або екокраудсорсинговий проєкт поводження з відходами – це проєкт, який спрямований на реалізацію конкретних заходів у сфері поводження з відходами та реалізується на краудсорсинговій платформі.

Визначення 4. Агенти зацікавленого суспільства – фахівці певної галузі знань, які можуть прокоментувати та оцінити наявну ситуацію з вирішення проблеми в юридичних, фінансово-економічних, технічних, соціальних та інших аспектах і допомогти визначити найбільш оптимальні шляхи її вирішення.

Таким чином, концепція краудсорсингу для вирішення завдань управління відходами передбачає залучати до вирішення проблеми поводження з ТКВ для місцевих громад широко коло зацікавлених сторін з використанням інтернет-ресурсів. Сформовано базова термінологія екокраудсорсингу, дано визначення поняттям «екокраудсорсинг для управління відходами», «екокраудсорсинг як платформа управління відходами», «екокраудпроект або екокраудсорсинговий проект поводження з відходами» та інші. Теперішні принципи й понятійно-категорійні інструменти екокраудсорсингу допомагає спорудити модифікацію відповідно екокраудсорсингової платформи для накопичення відходами.

5.2.2. Побудова моделі екокраудсорсингової платформи для управління системою поводженням з відходами

Нехай існує проблема, яка пов'язана з незадовільним станом довкілля та потребує нагального вирішення (W_p). В нашому випадку це проблема низької ефективності системи поводження з відходами та утворення великої кількості твердих комунальних відходів. Розв'язання проблеми за рахунок впровадження екокраудпроектів (K_p) можна описати відображенням:

$$W_p = \langle S_1, S_2, S_3 \rangle \rightarrow K_p, \quad (5.35)$$

де S_1 – множина, яка описує наявний досвід вирішення проблеми на локальному або державному (регіональному, національному, міжнародному) рівні, що можна представити у вигляді множини:

$$S_1 = (S_1^1, S_1^2, \dots, S_1^n), \quad (5.36)$$

де S_2 – множина, що описує шляхи рішення проблеми та джерела активного Інтернет-обговорення (в соціальних мережах, в предметних ресурсах: веб-сайтах, форумах тощо), що можна представити у вигляді множини:

$$S_2 = (S_2^1, S_2^2, \dots, S_2^k), \quad (5.37)$$

Екокраудсорсингові платформи постійно наповнюються великим числом пропозицій та ідей. Користувачам важко ознайомитися з усіма потоками завдань, що потребують рішення. Тому особливість множини, що описує шляхи рішення проблеми, є ієрархічність її елементів, класифікація рішень й пропозицій, а також цінностей та інтересів користувача, що дозволяє здійснювати їх охоплення і фільтрацію.

S_3 - множина, що описує стейкхолдерів, які є агентами зацікавленого суспільства (соціальні експерти) з питань поводження з відходами, яких можна представити у вигляді множини:

$$S_3 = (S_3^1, S_3^2, \dots, S_3^m), \quad (5.38)$$

Природно класичними стейкхолдерами системи управління відходами представлені національні та міські структури (органи загальнодержавної влади поводження з відходами, міські структури з поводження з відходами, апарати урядового екологічного управління тощо); промислові та бізнес-структури (підприємства, що виробляють індустріальні відходи, сміттепереробні підприємства, підприємства твердих побутових відходів), пункти збирання та утилізації вторинних ресурсів, спеціальні автотранспортні підприємства, сміттепереробні підприємства, полігони тощо).

Замовниками крауд-проектів часто всього є державні структури, що встановлюють проблеми, формують аспекти фільтрації результатів й вибору достатньої інформації, що встановлюють завдання, засоби тощо. Виконавцями – агенти «крауд» (громади чи населення). Організація взаємозв'язку серед них

презентована в екокраудсорсинговій модифікації реалізації механізму управління відходами (рис. 5.8–5.9), що досліджена на основі [294].



Рисунок 5.8 – Екокраудсорсингова модель реалізації механізму поводження з відходами

Останнім часом активними учасниками впливу на схему управління відходами мають громадські організації, навчальні заклади та громадські організації, що організовує підставу для реалізації екокраудсорсингових підходів для управління відходами.



Рисунок 5.9 – Схема комунікацій при реалізації крауд-проектів між визначеними учасниками системи поводження з відходами

Таким чином, запропонована екокраудсорсингова модель реалізує механізм поводження з відходами з врахуванням наявного досвіду вирішення проблеми на локальному або державному (регіональному, національному, міжнародному) рівні, шляхи рішення проблеми та джерела активного Інтернет-обговорення та описує стейкхолдерів, які є агентами зацікавленого суспільства (соціальні експерти) з питань поводження з відходами. Запропонована схема комунікацій при реалізації крауд-проектів між визначеними учасниками системи поводження з відходами. Ініціаторами крауд-проектів найчастіше виступають державні структури, які визначають проблеми, формують критерії відбору необхідної інформації, визначають завдання, ресурси тощо. Виконавцями є учасники "крауд" (громади або населення). Організація взаємозв'язку представлена в екокраудсорсинговій моделі реалізації механізму поводження з відходами.

5.2.3. Розробка методу впровадження екокраудпроектів в системі управління відходами

Екокраудсорсинг в системі управління відходами є особливим методом запровадження загальних відносин в практику національного управління. Метод може реалізовуватися такими кроками:

Крок 1. Визначення, розуміння та формулювання практичної проблеми, яка пов'язана з необхідністю задовольнити суспільний запит та здійснити пошук рішення в кластері зменшення кількості утворення відходів (Zero-Waste), або використання вже утворених відходів, як вторинної сировини (Recycling). Мінімізація рівня невідповідності між баченням державних структур і "крауду" (споживачів) для формування найбільш ефективного управлінського рішення.

Крок 2. Накопичення соціальної інформації щодо досвіду вирішення схожих проблем та перетворення соціальної дійсності за допомогою реалізації крауд-проектів, наприклад, організації систем роздільного збору ТКВ, діяльності громадських сортувальних станцій, створення предметів побуту з вторинної сировини тощо. На цій стадії передбачається формування повної інформаційної бази з проблемної ситуації управління відходами. Аналіз стейкхолдерів / зацікавлених сторін краудпроекту та агентів зацікавленого суспільства, що завершується визначенням необхідності, доцільності та можливості краудсорсингу.

Крок 3. Формування концепту освітнього простору, який буде підтримувати взаєморозуміння і організацію процесу інтерактивного планування, та визначення його змісту. Встановлення головних умов впровадження екокраудсорсингової платформи та визначення вимог до соціальної технології дозволяє накопичувати нові знання та розуміння на основі спостереження, обговорення та соціалізації. Освітній простір дозволяє учасникам створювати нову базу знань, накопичувати спільний результат, відрегулювати організаційні ризики, розробити спільну мову та індивідуальний імідж кожного учасника.

Крок 4. Створення команди модераторів процесу, до якої будуть входити внутрішній та зовнішній консультанти, вибір найбільш компетентних

виконавців. Відбираються найкращі експерти. Ця команда відповідає за організацію процесу планування та управління взаємодією між учасниками. Команда працює, віртуально спілкується, ініціює виконання стейкхолдерами чергових етапів процесу, визначає практичні обмеження та необхідні результати кожного етапу. Місією команди є досягнення взаєморозуміння, створення результативного обміну думками між всіма учасниками.

Крок 5. Вибір методу рішення проблеми та способу його реалізації. Формування робочого плану та програми реалізації екокрауд-проєкту. Планування ресурсів кожного виду, які потрібні для здійснення необхідних дій – обладнання, матеріалів, енергії, послуг, персоналу, фінансів, інформації різного типу. Проєктування процесу реалізації екокрауд-проєкту передбачає визначення того, що-саме та хто-саме має робити для реалізації проєкту. Публічний підхід до процесу розробки і прийняття рішень дозволяє знайти більш ефективний варіант.

Крок 6. Встановлення контрольних показників, за якими буде досягнуто єдине розуміння критеріїв, що використовуються для досягнення мети. Проєктування контролю передбачає визначення процедур моніторингу проєкту та термінів виконання робіт. Аналіз включає визначення показників ефективності процесу екокраудсорсингу; ефективності проєкту або нововведення; достовірності одержаних результатів.

Крок 7. Реалізація самого проєкту за технологією екокраудсорсингу.

Крок 8. Оцінка успішності досягнення результату. Публічне підведення підсумків роботи забезпечує об'єктивність оцінки.

До показників успішності екокрауд-проєктів управління відходами, є способи обміну інформацією на етапі планування та реалізації проєкту, ступінь інтеграції учасників у цей процес та результативність проєкту з мінімальним рівнем ризиків. До множини критеріїв було зараховано:

$$K_p = (k_1, k_2, \dots, k_n), \quad (5.39)$$

де k_1 – рівень актуальності проєкту,

k_2 – рівень масштабності проєкту,

k_3 – залучення коштів,

k_4 – зацікавлені сторони,

k_5 – рівень досягнення результатів проєкту,

k_6 – командна робота,

k_7 – рівень управління комунікаціями,

k_8 – бюджет проєкту,

k_9 – рівень взаємодії між учасниками проєкту,

k_{10} – можливість співпраці з іншими громадськими та державними організаціями.

Для остаточної оцінки використовуємо формулу:

$$K_p = \alpha \sum_{i=1}^n k_i \quad (5.40)$$

де α – вагові коефіцієнти показників, $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$.

1. Реалізація методу здійснюється таким чином [175, 295]. Перед використанням екокрауд-платформи, наприклад, екологічної карти комунальних відходів ОТГ або пунктів збору вторинних ресурсів, користувачі проходять реєстрацію. В результаті здійснюється аналіз інформації про учасників, що дає можливість одержати інформацію про психотип, компетенції, результативність діяльності тощо. Пізніше, згідно з підсумками активності та вивчених досліджень, а крім того відповідно до продуктивності й корисності користувачів, складаються ранги.

Замовник звертається до фахівця з екокраудсорсингу, якому встановлює завдання, критерії та необхідні данні для запровадження екологічного проєкту з роздільного сортування відходів. Потім учасник з екокраудсорсингу затверджує робочу групу з платформи проєкту. Відбувається публікація проєкту з сортування відходів і залучення «натовпу» з метою вирішення екопроблеми з

поводження з відходами. Вивченні результати визначаються робочою командою, що отримують потрібний та вірний результат.

Спеціаліст з краудсорсингу здійснює оцінку продуктивності виконаної діяльності, вносить корективи концепції, поповнює базу інформації платформи тощо. Отримані результати обробляються робочою командою.

Результати планування публікуються на екокраудплатформі, що дозволяє залучити зацікавлених учасників долучитися до постановки проблеми та рішення завдання. Визначається найкращий результат. Для кожного активного користувача платформи створюється база даних його особистих знань, що дозволяє фахівцям одержувати дедалі ширші знання про очікування населення щодо державної системи управління відходами. У результаті формується інноваційна база даних, що дозволяє формувати дієвий механізм поводження з відходами.

Фахівець з екокраудсорсингу здійснює оцінку продуктивності виконаної діяльності, записує корективи в концепцію, поповнює основну інформацію платформи тощо. Надалі дані, які можуть бути одержані з часом активного користування платформою, будуть узгоджуватися із взаємозалежною базою знань користувача і таким чином утворюється «штучний інтелект» платформи, заснований на широких даних.

Характерною особливістю і суттєвою особливістю методу є те, що виконавці можуть бачити лише власні запропоновані рішення. На початковій стадії впровадження проєкту пропозиції аналізуються робочою командою. Таким чином, вибір рішення здійснюється з урахуванням поглядів досвідчених користувачів-екологів, і замовником будуть аналізуватися рішення, які набрали необхідну кількість голосів.

У масштабі держави введення краудсорсингу в муніципальному секторі стане сприяння формуванню цивільного суспільства, в якому динамічність людей, соціальна експертиза та національний контроль демонструватимуть необхідні властивості процесу прийняття головних муніципальних рішень.

Таким чином, метод впровадження екокраудпроектів в системі управління відходами включає такі кроки - визначення, розуміння та формулювання практичної проблеми; накопичення соціальної інформації щодо досвіду вирішення схожих проблем; формування концепту освітнього простору; створення команди модераторів процесу; вибір методу рішення проблеми та способу його реалізації; встановлення контрольних показників, за якими буде досягнуто єдине розуміння критеріїв, що використовуються для досягнення мети; реалізація самого проекту за технологією екокраудсорсингу; оцінка успішності досягнення результату. Запропоновано показники успішності екокрауд-проектів управління відходами, а саме - способи обміну інформацією на етапі планування та реалізації проекту, ступінь інтеграції учасників у цей процес та результативність проекту з мінімальним рівнем ризиків

Висновки до розділу 5

Розроблена бізнес-стратегія впровадження екологічної логістики для зниження загальних емісій для управління регіональними програмами поводження з відходами для окремої ОТГ, яка передбачає послідовну реалізацію етапів - прийняття стратегічних рішень, формування тактичного рівня, реалізація оперативних та функціональних рішень.

Запропонована схематична модель логістичної системи функціонування регіонального плану поводження з відходами для ОТГ із включенням координаційного агента для управління відходами для забезпечення управління всіма логістичними потоками ТКВ – фінансовими, матеріальними, інформаційними.

Сформована економіко–математична модель визначення виробничої програми ОТГ для впровадження логістичної системи поводження з відходами, оптимізація якої дозволяє перерозподілити матеріальні потоки ТКВ в окремих ОТГ при реалізації процесів поводження з відходами та виробничих ресурсів,

виходячи з особливостей технологічних процесів та наявних виробничих ресурсів суб'єктів господарювання при мінімізації збитків для довкілля.

Розроблена сервісна модель електронної інформаційної системи управління логістичними потоками відходами для реалізації виробничої програми ОТГ. Управління інформаційними потоками включає обмін інформацією про склад та структуру матеріального потоку відходів, значення емісій при тих чи інших процесах, що пов'язані з утворенням, зберіганням, транспортуванням та утилізацією відходів. Обмін інформацією між керівниками ОТГ при впровадженні виробничої програми і менеджерами проєктів, між утворенням ТКВ та процесами управління ними, між всіма зацікавленими сторонами, в тому числі мешканцями громади.

Для комплексної оцінки впливу системи транспортування, розміщення і переробки ТКВ запропоновано набір критеріїв, який включає матеріально-технічні критерії, критерії професійних вимог, фінансово-економічні критерії, екологічні критерії та соціальні критерії. Кожна група критеріїв характеризується множиною локальних критеріїв, що дозволяє здійснити вибір бізнес-структури перевізника для транспортування ТКВ при оптимізації логістичної системи поводження з відходами.

Концепція краудсорсингу для вирішення завдань управління відходами передбачає залучати до вирішення проблеми поводження з ТКВ для місцевих громад широко коло зацікавлених сторін з використанням інтернет-ресурсів. Сформовано базова термінологія екокраудсорсингу, дано визначення поняттям «екокраудсорсинг для управління відходами», «екокраудсорсинг як платформа управління відходами», «екокраудпроєкт або екокраудсорсинговий проєкт поводження з відходами» та інші. Отриманий результат та понятійно-категорійний апарат екокраудсорсингу дає змогу розробити модель даної екокраудсорсингової платформи для управління відходами.

Запропонована екокраудсорсингова модель реалізує механізм поводження з відходами з врахуванням наявного досвіду вирішення проблеми на локальному або державному (регіональному, національному, міжнародному) рівні, шляхи

рішення проблеми та джерела активного Інтернет-обговорення та описує стейкхолдерів, які є агентами зацікавленого суспільства (соціальні експерти) з питань поводження з відходами. Запропонована схема комунікацій при реалізації крауд-проектів між визначеними учасниками системи поводження з відходами. Ініціаторами крауд-проектів найчастіше виступають державні структури, які визначають проблеми, формують критерії відбору необхідної інформації, визначають завдання, ресурси тощо. Виконавцями є учасники "крауд" (громади). Організація взаємозв'язку представлена в екокраудсорсинговій моделі реалізації механізму поводження з відходами.

Метод впровадження екокраудпроектів в системі управління відходами включає такі кроки - визначення, розуміння та формулювання практичної проблеми; накопичення соціальної інформації щодо досвіду вирішення схожих проблем; формування концепту освітнього простору; створення команди модераторів процесу; вибір методу рішення проблеми та способу його реалізації; встановлення контрольних показників, за якими буде досягнуто єдине розуміння критеріїв, що використовуються для досягнення мети; реалізація самого проекту за технологією екокраудсорсингу; оцінка успішності досягнення результату. Запропоновано показники успішності екокрауд-проектів управління відходами, а саме - способи обміну інформацією на етапі планування та реалізації проекту, ступінь інтеграції учасників у цей процес та результативність проекту з мінімальним рівнем ризиків

РОЗДІЛ 6

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ КОМУНАЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

6.1. Особливості формування місцевих планів дій Регіональної програми управління відходами об'єднаних територіальних громад Житомирської області

Регіональна програма поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області ґрунтується на сучасній концепції поводження з комунальними відходами та визначає базові принципи реформування структури управління системи, що включає застосування найкращих технологій реорганізації обліку, збирання, транспортування, обробки та утилізації відходів; формування інвестиційних планів компанії сортування, переробки ТКВ та утилізації ресурсоцінних компонентів.

На території Житомирської області на сьогоднішній день проживає 910703 осіб, які об'єднані в 57 ОТГ. Кожна об'єднана територіальна громада має самостійно вирішувати питання управління відходами. Основні проблеми у цій сфері для всіх ОТГ можна класифікувати за видами (табл.6.1).

Також в області відсутня система чіткого якісного та кількісного обліку ТКВ, які накопичуються в громадах області (тобто, кількість в тонах та склад сміття по фракціям відповідно до типу населених пунктів та сезону). В громадах відсутні полігони ТКВ, які б відповідали нормативним вимогам.

Місцеві плани дій (МПД) поводженням з відходами для окремих ОТГ формуються на основі Регіональної програми поводження з відходами.

Метою Регіональної програми поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області є створення умов для підвищення

стандартів життя населення області шляхом впровадження системного підходу до поводження з відходами на всіх рівнях управління, зменшення об'ємів накопичення відходів та зростання обсягу їхньої утилізації та рекуперації.

Таблиця 6.1

Класифікація наявних проблем у сфері поводження з ТКВ для ОТГ Житомирської області

Нормативно-правові	Технічні та управлінські	Фінансово-економічні	Соціально-політичні
Відсутність обласних програмних документів;	Нездатність зрозуміти на обласному рівні, де намічається розташування регіональних кластерів управління відходами	економічне обґрунтування технічних пропозиції та заходів	Наднавантаження. Сумісництво за декількома посадами. Плинність кадрів
Прогалини порівняно найменшого асортименту нормативних документів на місцевому рівні	Визначення обсягів утворення та вивезення ТПВ, морфологічний склад відходів	Структура тарифу, формування тарифу	Стереотип: «послуга має бути соціальною»
Відсутність достовірної систематизованої інформації згідно потоків відходів (їх якісний склад, розміри, частина ресурсоцінних відходів і можливості їх обробки в сфері тощо), а крім того труднощі, пов'язані з функціонуванням полігонів (звалищ)	Відсутня система централізованого збору від населення небезпечних відходів (батареєнок, акумуляторів, люмінесцентних ламп, ртутних термометрів тощо)	Відсутність в громадах підприємств з переробки прийнятої від населення вторинної сировини (пластику, поліетилену, скла, паперу тощо)	Відсутня усталена практика роздільного збору ТКВ у населених пунктах. Наразі охоплено такою системою лише 17,6 % населених пунктів області, однак і ті переважно частково

Цілями Регіональної програми поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області є:

–встановлення й вирішення першочергових завдань формування управління відходами ОТГ Житомирської області на інноваційних засадах;

- встановлення пріоритетних напрямків роботи органів виконавчої влади, органів регіонального управління, установ, підприємств, організацій, громадських організацій в цілому для переходу порядку поводження з відходами на нову модель;
- встановлення шляхів і способів поліпшення наявної інфраструктури з управління відходами, що не суперечить інноваційної моделі;
- забезпечення стабільного розвитку ОТГ Житомирської області через виконання завдань, зазначених на природоохоронну та ресурсну безпеку;
- скорочення адміністративного перевантаження на суб'єктів господарювання, збільшення особливостей надання управлінських послуг;
- забезпечення законності і об'єктивності управлінських дій.

Для досягнення цілей необхідно вирішити такі ключові завдання:

- 1) знизити кількість комунальних відходів на полігонах чи сміттєзвалищах через впровадження нових сучасних ефективних технологій їх збирання, перевезення, зберігання, переробки, утилізації та знешкодження;
- 2) реформувати спосіб організації санітарної очистки міст та селищ;
- 3) забезпечити поліпшення стану контейнерних майданчиків, відновлення контейнерного господарства та парку сміттєвозів;
- 4) впровадити роздільне збирання комунальних відходів;
- 5) реалізувати модернізацію діючих і будівництво нових полігонів з метою захоронення відходів, будівництво сміттєпереробного комплексу;
- 6) реалізувати інвест-проекти ефективного використання ресурсоцінних компонентів.

Таким чином, програма передбачає удосконалення таких основних блоків системи поводження з відходами – утворення ТПВ, зберігання, транспортування до місця утилізації чи переробки. Кожен з цих блоків має свої особливі завдання реалізації в ОТГ Житомирської області та м.Житомир. Місцеві плани управління відходами (відповідно до проекту закону про відходи) є загальноприйнятим до розробки для територіальних громад з чисельністю мешканців понад 50 000 чоловік. Вони розробляються та затверджуються органами місцевого

самоврядування згідно затверджених компетенції. Удосконалюються протягом півроку через введення в силу Регіональних планів управління відходами конкретній області. Потім треба узгоджувати з ключовими розділами регіонального проєкту управління відходами. Аналіз дієвості виповнюється органом регіонального самоврядування 2 роки на базі характеристик на пробу успіхів цілей і виконання подій проєкту та оприлюднюється. Формування місцевого плану дій з управління твердими побутовими відходами передбачає такі кроки:

Крок 1 . Проєктування

Подання інформації щодо теперішньої ситуації. Виконання достатньої служби щодо морфологічного складу, накопичення відходів, відстані для транспортування ТКВ. Встановлення основних проблем в ситуації в ОТГ щодо управління відходами. Встановлення наміри подій і джерел фінансування, сценарію дій та логістичної напряду в поводженні з відходами.

Встановлення шляху комунікації між державою, громадою та населенням. Визначення схеми дій місцевого плану управління відходами, розрахунок тарифів, контейнерних майданчиків тощо.

Крок 2. Нормативність.

Аналіз необхідного на реалізацію та взаємодію плану управління відходами в громаді та можливі джерела фінансування.

Крок 3. Реалізація.

Враховуючи вищезазначене, для удосконалення управління системою поводження з твердими комунальними відходами в ОТГ області необхідно:

1. Вжити заходи щодо удосконалення та приведення в належний санітарно-технічний стан існуючі полігони ТКВ на території області.
2. Провести ревізію чи оновлення паспортів МВВ.
3. Впровадити системи роздільного збирання ресурсоцінних компонентів ТКВ за фракціями: скло, папір, пластик, текстиль.
4. Забезпечити раціональне використання цінних ресурсів.

5. Забезпечити максимальне використання ТКВ як вторинної сировини за допомогою мереж приймальних пунктів.

6. Запровадити заходи щодо залучення інвестицій для будівництва сміттєпереробних заводів.

7. Забезпечити мінімізацію обсягів утворення та зменшення кількості захоронених ТКВ шляхом використання нових ефективних способів їхньої рекуперації, утилізації та рециклінгу.

8. Оновити контейнерне господарство та парк сміттєвозів, створити та облаштувати контейнерні майданчики, встановити у громадських місцях вуличні урни для сміття.

9. Вжити заходи щодо укладення населенням, яке проживає у приватному секторі, договорів на транспортування комунальних відходів з підприємствами, які надають вказані послуги.

Схема розробки плану дій з управління побутовими відходами для ОТГ приведено на рис. 6.1.

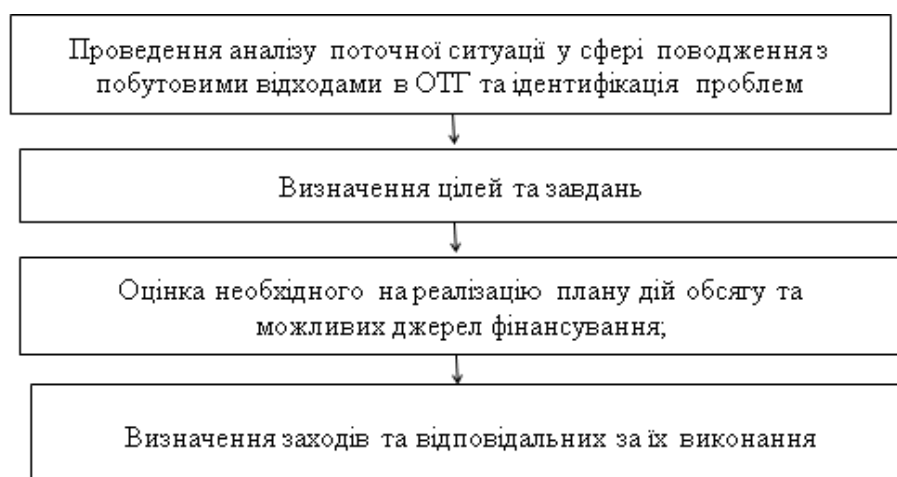


Рисунок 6.1 - Схема розробки плану дій з управління побутовими відходами для ОТГ

Шаблон Плану дій з управління побутовими відходами приведено в табл.6.2.

**Шаблон Плану дій з управління побутовими відходами для ОТГ
Житомирської області**

Вступ	Підстави розроблення плану дій та інформація про робочу групу
Розділ I. Загальна характеристика ОТГ	Розміщення територіальних громад, інфраструктурні об'єкти громади, чисельність мешканців, чисельність населених пунктів, підприємства, установи та організації, територія громади, які є основними платниками податків громади.
Розділ II. Загальна характеристика сфери управління побутовими відходами	<ul style="list-style-type: none"> • 2.1. Нормативно-правові документи громади на локальному та регіональному рівні • 2.2. Накопичення комунальних відходів громади. Основні суб'єкти та об'єкти утворення відходів. Морфологічний склад відходів. • 2.3. Транспортування ТПВ. Логістика вивезення відходів (графік, засоби, маршрути, техніка вивезення відходів) • 2.4. Сортування та рекуперація побутових відходів • 2.5. Управління з небезпечними відходами громади • 2.6. Захоронення побутових та небезпечних відходів громади • 2.7. Фінансування сфери управління відходів • 2.8. Сучасні проблеми в громаді у сфері управління ТПВ
Розділ III. Планування поведінки з ПВ у громад	<ul style="list-style-type: none"> • 3.1. Мета місцевого плану управління відходів • 3.2. Принципи та основні показники управління відходів громади • 3.3. План заходів у сфері управління відходами громади • 3.4. Фінансування плану дій та тарифна політика. Розрахунок тарифів на збирання, транспортування та вивезення відходів.
Розділ IV. Моніторинг та звітність	Моніторинг та прогнозування Плану дій управління побутовими відходами, його циклічність, показники моніторингу, інформація здійснення моніторингу дії Плану управління побутовими відходами
Розділ V. СЕО	Характеристика об'єкту управління відходів у відповідності до вимог Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» № 2354-VIII від 20.03.2018 р.
Розділ VI. Додатки	<ul style="list-style-type: none"> • План заходів • Економічний план. Розрахунки • Інші додатки

Процедура впровадження представлена на рис.6.2.

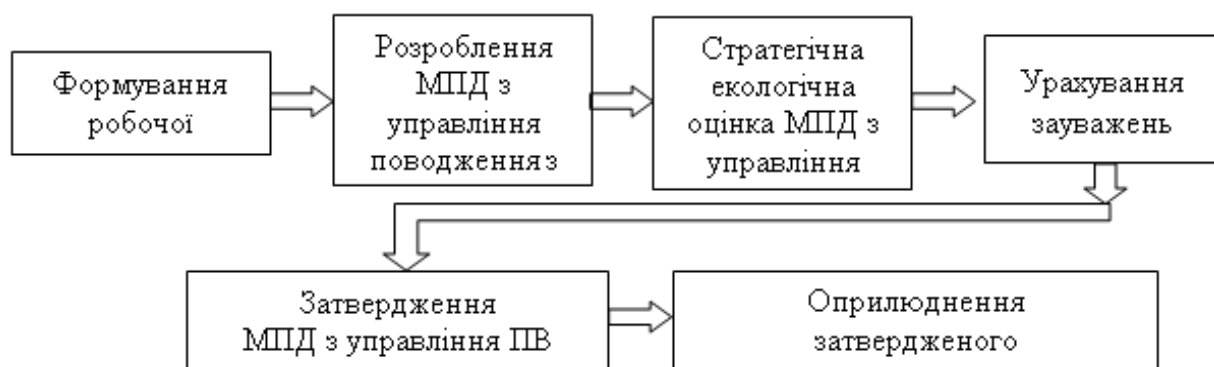


Рисунок 6.2 – Процедура розробки місцевих планів дій

Зменшення потоку відходів в місцях їх утворення є досягається впровадженням системи роздільного збору ТКВ. Загальний досвід показує, що селективний збір – це оптимальне рішення, що дозволяє забезпечити позитивні зміни системи і зменшує кількість недоліків системи управління відходів. Водночас роздільний збір відходів забезпечує скорочення вартості переробки відходів; контроль цінних і небезпечних відходів; удосконалення якості переробки відходів; збереження ресурсів.

Для зниження кількості надходження відходів на полігони, доцільно відкривати пункти прийому вторинної сировини для мешканців громад. Відповідно до дослідженої технології в домоволодіннях на майданчиках зі збору ТКВ ставиться єдиний спеціальний контейнер з метою селективного збору переробних фракцій ТКВ (відходів макулатури, текстилю, скла, пластмас, металу). Роздільне сортування ТКВ у різні контейнери по видам відходів буде сприяти збору частини ресурсоцінних компонентів, що не потрапляла до пунктів прийому вторинних ресурсів, з мінімальними витратами.

Впровадження системи роздільного збирання ТКВ має супроводжуватися постійною освітньо-виховною роботою, що передбачає участь місцевого населення, працівників підприємств, організації, установ, які є виробниками ТКВ. Виховна роз'яснювальна робота з населенням проводиться через ЗМІ, пресу, радіо, на робочих місцях; розробляються програми для підвищення рівня культури поводження з відходами, в т.ч. їх роздільного збирання у контейнери та купівлі-продажу цінної вторинної сировини у населення. Отже, важливим завданням щодо роздільного збирання відходів є запровадження екологічної освіти населення громад.

Таким чином, Місцеві плани управління відходами (відповідно до проєкту закону про відходи) є загальноприйнятим до розробки для територіальних громад з чисельністю мешканців понад 50 000 чоловік. Вони розробляються та затверджуються органами місцевого самоврядування згідно затверджених компетенції. Удосконалюються протягом півроку через введення в силу Регіональних планів управління відходами конкретній області. Потім треба

узгоджувати з ключовими розділами регіонального проєкту управління відходами. Аналіз дієвості виконується органом регіонального самоврядування 2 роки на базі характеристик на пробу успіхів цілей і виконання подій проєкту та оприлюднюється. Розглянемо окремі заходи, що реалізуються в місцевих планів дій ОТГ Житомирської області.

6.2. Впровадження окремих проєктів місцевих планів дій ОТГ Житомирської області

Усереднений морфологічний склад ТКВ по Житомирській області показав, що виділення із загального потоку другорядних ресурсів (метал, скло, полімери, папір) дозволить зменшити витрати на поховання та збільшить енергоресурсного запас Житомирської області. Система поводження з ТКВ для ОТГ Житомирської області передбачає вилучення вторинних ресурсів, скорочення ступеня негативного впливу на здоров'я людини, загальне зменшення кількості відходів, що утворюються в ОТГ області.

Модель компонентів відходів, як вторинної сировини, та розрахунок їх використання на сміттєперобному заводі Житомирського субрегіону приведена на рис.6.2.

Для формування місцевих планів дій управління відходами необхідно визначити спеціально облаштовані місця для різного типу відходів, в тому числі і великогабаритних відходів для подальшого демонтажу та утилізації. Важливим завданням, що передбачено Регіональною програмою є будівництво на землях запасу Житомирського району поблизу міста Житомир сміттєсортувально-переробного комплексу для виготовлення електричної та теплової енергії.

На землях запасу Житомирського, Чуднівського, Коростенського, Новоград-Волинського та Малинського районів побудувати 5–7 сміттєперевантажувальних ліній з мінімальною потужністю.

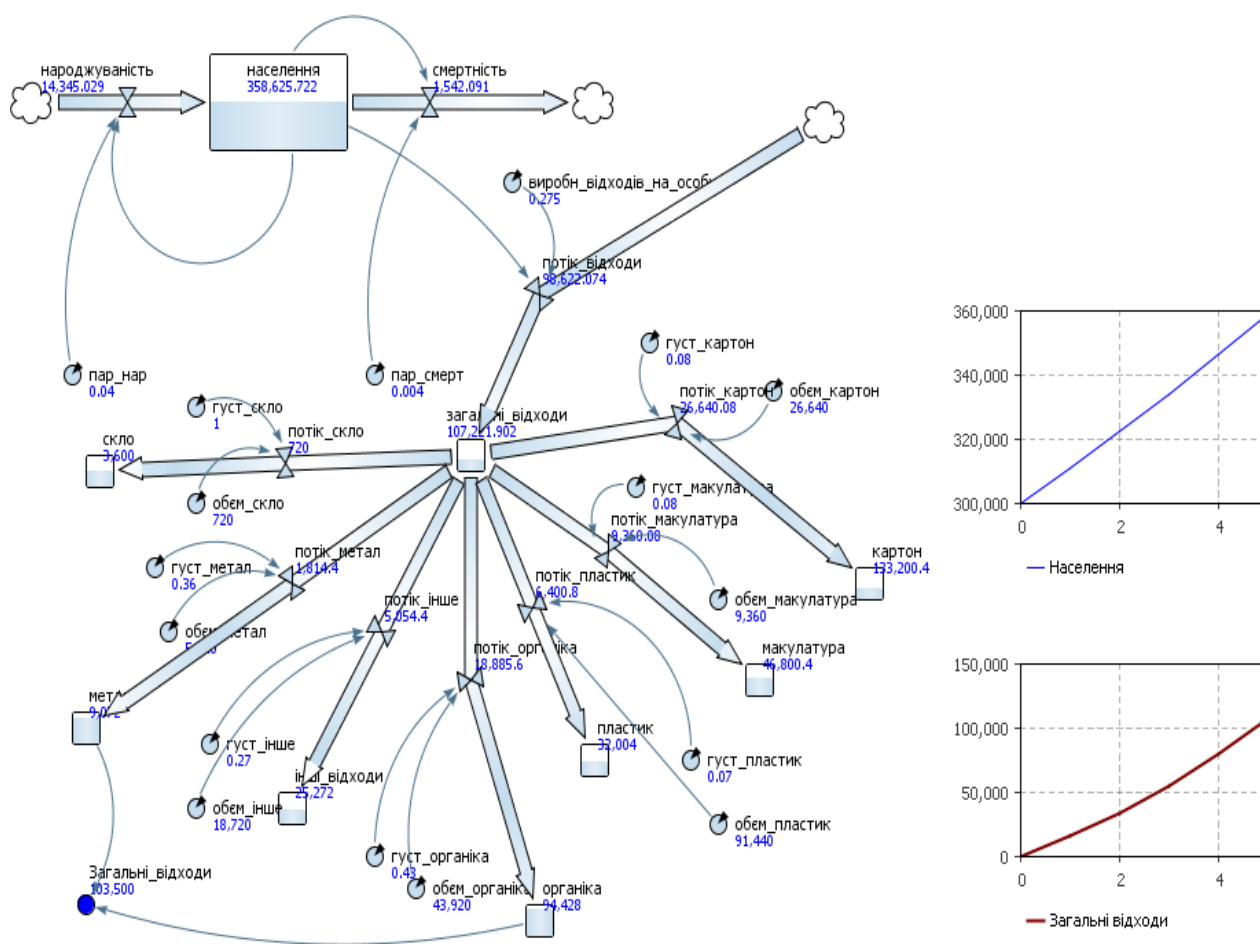


Рисунок 6.2 – Модель компонентів відходів, як вторинної сировини, та розрахунок їх використання на сміттєперобному заводі Житомирського субрегіону

Наявність сучасного сміттєсортувального комплексу з механізованою переробкою ТКВ, полігоном та компостною картою у Житомирському районі забезпечить:

- підвищення «екологічного» рейтингу та туристичну привабливість регіону;
- покращення якості атмосферного повітря (за умови рекультивациі старих сміттєзвалищ) у Житомирському районі, оскільки новий об'єкт викидає в атмосферу значно менше шкідливих речовин та парникових газів;
- апробацію кращих практик управління відходами в усіх ланках цього ланцюжка: від збору ТКВ від населення, до його утилізації та захоронення;

– забезпечення для місцевого населення, а саме для мешканців Житомирського району, вигідної тарифної політики щодо вартості послуг з вивозу ТКВ оператором, який їх надає. Оскільки прибутки оператора залежать від кількості зібраної та проданої вторинної сировини із загальної кількості ТКВ, що накопичується в районі, можна передбачити, що якість послуг для населення підвищиться.

Отже, побудова нового об'єкту поводження з відходами у Житомирському районі має суттєві переваги, а незручності, за умов дотримання усіх норм під час його експлуатації, нівелюються. Мінімізовані ризики виникнення пожеж, аварій та техногенних катастроф, на відміну від типових сміттєзвалищ, які періодично горять, димлять, поширюють нестерпні запахи та отруйні речовини у атмосферному повітрі, інфільтрат від яких без перешкод потрапляє у ґрунти, ґрунтові та поверхневі води.

Економічний механізм фінансування передових технологій у поводженні з ТКВ полягає у включенні інвестиційної складової в тарифи на послуги з санітарної очистки. Це створить внутрішню базу фінансування, але неминучим стане зростання тарифів. Впроваджувати нові тарифи необхідно поступово, здійснюючи соціальний захист населення, перекладаючи частку вартості на тарифи для підприємств, передбачаючи в місцевих бюджетах відшкодування різниці в тарифах тощо.

За результатами аналізу запропоновано впроваджувати дві системи збору ТКВ для ОТГ Житомирської області.

Гібридну систему доцільно застосувати в більшості ОТГ області.

Традиційна система. Відходи не сортуються, а збираються в спеціальні контейнери, згодом вивозяться на сміттесортувальні станції, полігони або звалища. Різні фракції відходів транспортуються самостійно на сміттєпереробні підприємства. Але селекція всіх видів ТКВ на місцях їх утворення в комунальних умовах неможлива або сильно трудомістка, з цієї причини основним методом сортування є автоматична, ручна або комбінована системи сортування на сміттєпереробних станціях.

На перевантажувальних станціях не передбачається встановлення ліній із селективного сортування твердих комунальних відходів із загальних контейнерів. Класична система сортування, яку можна розглядати на перевантажувальних станціях, це вилучення предметів за допомогою «сміттярів» або механізованого сортування: видалення великогабаритних відходів, електро-комунальних приладів, небезпечних промислових відходів. Йдеться про відходи, що можуть бути виявлені в процесі збирання відходів й небажане захоронення на полігонах. Таке сортування відходів виконується на платформі після вивантаження й перед завантаженням відходів у траншеї.

Застосування сміттеперевантажувальних станцій дозволяє зменшити кількість відходів, які транспортують на полігон, що зменшує їх собівартість на далекі відстані, використовувати сміттезбиральну техніку за її призначенням, підвищити її продуктивність і скоротити термін збирання відходів з місць їх накопичення. У процесі перевантаження відходів дозволено вести добре сортування й контроль сировини для подальшої реалізації, що дасть можливість також отримувати певний прибуток.

Тобто, можна вважати, що при належному управлінні та організації роздільного сортування ТКВ на полігон надходити буде до 30–35 % відходів.

Дана логістична система орієнтована на покращення взаємодію громади, влади та комунальних підприємств з транспортування, збирання відходів й реалізації логістичних систем в практику. Висновком взаємодії всіх зацікавлених осіб є отримання реальної системи збирання, сортування, транспортування та утилізації відходів, що характерна досягнутим рівнем еколого-економічної ефективності та природоохоронного захисту із застосуванням логістичного підходу. Тому, порівнюючи характеристики дійсно заробленого обсягу послуг з достатніми параметрами, і визначають враження логістизації при довгостроковому використанні витрачених ресурсів.

Пропонована методологія поводження з твердими комунальними відходами неможлива без конструктивної участі жителів, а для цього потрібно виробити підходи для їх стимулювання. Можна застосовувати такі механізми

стимулювання населення, як: визначення плати з населення виключно за ті обсяги ТКВ, які залишилися після сортування; створення доступної мережі приймальних пунктів вторсировини для населення громад; зобов'язати комунальні підприємства, які займаються відходами, утилізувати та рекуперувати відходи з вторинної сировини.

Дослідження переробки ТКВ демонструє відсутність єдиного способу, що відповідає сучасним нормам та вимогам в області природоохоронного законодавства, запитам ринку і сучасної економіки. На максимальному рівні задовольняти дані умови (рекомендації міжнародного законодавства), може бути будівництво комбінованих сміттєпереробних заводів, здатних утилізувати відходи як джерело енергії та одночасно виробляти вторинну сировину. Принцип комбінування різноманітних способів переробки ТКВ, який застосовується при проектуванні та будівництві об'єктів переробки, може істотно зменшити недоліки будь-якого методу, у разі якщо застосовувати його окремо. Сукупний підхід й системна композиція методів сортування, термообробки, ферментації та інших процесів беруть до уваги особливості морфологічного складу сировини й повинні гарантувати мінімальну відходність виробництва, його максимальну рентабельність і екологічність.

Ущільнені відходи на комплекс сміттєсортування відходів будуть завозити з населених пунктів Житомирського, Чуднівського, Малинського, Бердичівського, Попільнянського районів. Відповідно Плану дій поводження з відходами в регіоні область доцільно поділити на 5 екокластерів (субрегіонів), де в кожному буде створений завод чи сортувально-перевантажувальна станція та збудовано 5 регіональних полігонів.

За Планом дій поводження з відходами в Малинському районі планується будівництво сортувально-перевантажного комплексу з встановленням пресу. Будівництво планується провести в 6 етапів, а саме:

- відведення земельної ділянки;
- проведення громадських слухань щодо доцільності встановлення комплексу та будівництво одного з 5 регіональних полігонів;

- розробка паспорту місця видалення відходів;
- розробка проектних документів щодо комплексу та полігону;
- будівництво полігону;
- будівництво сортувально-переробного комплексу.

В Бердичівському районі планується аналогічне будівництво сортувально-перевантажувальної станції з встановленням пресу в межах діючого сміттєзвалища, з метою рекультивації старих карт та створення нового полігону поруч.

В Чуднівському та Попільнянському районах планується будівництво нового полігону ТКВ з сортувально-перевантажувальною станцією з встановленням пресу відповідно до Малинського району.

На всіх сортувально-перевантажувальних станціях здійснюватиметься сортування відходів на:

- ресурсоцінні;
- відходи, які захороненню на власному звалищі, полігоні;
- відходи, які спалюють на сміттєпереробному Житомирського району

поблизу міста Житомир.

Полігони, які не будуть задіяні у встановленні об'єктів управління відходами на території громади, будуть рекультивовані. Таким чином, є потреба у побудові одного сміттєпереробного заводу, 5 сортувально-переробних комплексів, 7 сортувально-перевантажувальних станцій, та проведені реконструкції 5 регіональних полігонів ТКВ.

Таким чином, створення системи управління відходами ґрунтується на таких принципах: скорочення впливу відходів на довкілля; встановлення роздільного збору відходів; модифікування якості життя населення; можливе збереження вторинних ресурсів з метою подальшого використання; організація сміттєпереробних підприємств і полігонів, яке засноване на новому науково-технічному рівні; підвищення рівня екологічної культури населення. Очікуваним результатом реалізації схеми управління відходами є покращення природоохоронної складової й санітарного стану громади, зменшення відходів,

викидів шкідливих речовин в атмосферу, засмічення ґрунтів, запровадження схеми сортування ТКВ, підвищення екологічної свідомості мешканців, контроль за поетапним закриттям та рекультивацією полігонів відходів, будівництво чотирьох сміттесортувальних комплексів відходів.

6.3. Вибір екологічно-ефективних транспортних засобів для транспортування відходів

Логістичний підхід до системи поводження з твердими побутовими відходами відображується на таких основних елементах:

1. Використання перевантажувальної станції для віддалених сільських районів.
2. Використання перевантажувальних станцій великої пропускної здатності, які будуть обслуговувати райони з високою щільністю населення.
3. Оптимізація маршрутів транспортування відходів безпосередньо на звалище, без перевантаження на розміщених близько районах.
4. Вибір найбільш екологічно безпечних транспортних засобів.

Під час будівництва екокластерів з утилізації відходів та рекультивації існуючих звалищ межа від полігону до різних населених пунктів громад збільшується. Дослідження доводять, якщо відстань від населеного пункту до полігону більше 25 км, то пропонуємо перейти на концепцію двоетапного перевезення ТКВ. Сміттєвози з порівняно невеликою вантажопідйомністю і місткістю контейнерів переїжджають на незначні відстані та виконують функції збору, перевантаження і накопичення великої кількості відходів на станціях перевантаження. Після чого на сміттєперевантажувальних станціях з компонентами сортування здійснюється процес відбору ресурсоцінних компонентів, а відходи, що залишилися – пресують, і сміттєвозами великої місткості (40 м³) перевозяться зі станції перевантаження в місця утилізації. Впровадження концепції двоетапного перевезення відходів дозволить:

- зменшити до 20 % поставок відходів на полігони за допомогою відбору ресурсоцінних інгредієнтів і підвищити час експлуатації полігонів;
- більш доцільно використовувати ділянку полігону для розміщення на пресованих брикетів;
- зменшити транспортні затрати на транспортування відходів.

Ефективним методом зниження впливу на довкілля при перевезенні ТКВ є використання сміттєвозів, що обладнані двигунами Євро-6, оскільки вони є менш токсичними та більш економічними щодо споживання палива. Стандарт Євро-6, які і попередні, жорстко контролює викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Зокрема стандарт обмежує викиди оксидів азоту та сажі, що є причинами виникнення шкідливого фотохімічного смогу. Концентрація викидів оксиду азоту зменшились в 5 разів, сажі в - 2 рази, вуглеводнів – в 3,5 рази. При цьому двигуни мають відповідати всім заявленим вимогам протягом 7 років з дати виготовлення або пробігу в 700 тис.км [296].

Європейські виробники вантажних автомобілів - Volvo, DAF, Mercedes-MAN, Renault, Iveco, Benz, Scania – вкладають значні кошти для підготовки серії нових тягачів, які відповідають нормам Євро-6 та задовольняти потреби "зеленого" транспортного ринку. Розроблено схеми нейтралізації шкідливих компонентів відпрацьованих газів. Наприклад, система рециркуляції відпрацьованих газів (EGR - Exhaust Gas Recirculation), система селективної каталітичної нейтралізації (SCR - Selective Catalytic Reduction) із впорскуванням реагента AdBlue (водяний розчин сечовини 32,5%), вдосконалюють сажові фільтри. Впорскування сечовини дозволяє нейтралізувати шкідливі викиди оксиди азоту, а також знижує витрату палива на 3% [297].

Для транспортування ТКВ до сміттєпереробного заводу, сортувально-переробних комплексів, сортувально-перевантажувальних станцій або регіональних полігонів доцільно вибрати вантажівки компанії Scania, оскільки паливна економічність і екологічність завжди були їх головними перевагами. Двигуни Scania Euro 6 отримали титул Green Truck в Європі. Компанія Scania випустила перший двигун Euro 5, що споживає альтернативний вид палива –

біодизель. За хімічними показниками біодизельне паливо ідентичне нафтовому, але при його згорянні в циліндрах двигуна утворюється на 85% менше викидів вуглекислого газу, на 47% - канцерогенної сажі. Окрім того, виробник допускає використання до 10% біодизельного палива у всіх двигунах Scania Euro 5 і 6 [298].

Scania R410 Euro 6 є найбільш економним тягачем, мінімальна витрата палива на рівній ділянці дорозі якого становить 23,1л/100км, середня – 25л/100км. Scania P280 – один з найбільш "зелених" сміттєвозів. Проведено аналіз викидів забруднюючих речовин даних транспортних засобів та розрахуємо еколого-економічний збиток згідно методики. Характеристика сміттєвоза Scania P280 представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Характеристика сміттєвоза Scania P280

Вид палива, що споживає ТЗ	Дизельне паливо
Споживання палива на л/100км	19 л/100км
Тип навантаження	із заднім навантаженням (з пресом)
Вантажопідйомність, т	11т
Євро-клас	Євро-6
Викиди шкідливих речовин г/км	
CO (чадний газ)	1,5 г/км
C _n H _m (вуглеводні)	0,13 г/км
NO _x (оксиди азоту)	0,4 г/км
C (сажа)	0,01 г/км

Джерело: складено автором на основі [299].

Маса викидів шкідливих речовин від двигуна внутрішнього згорання автомобіля Scania P280 на 100 км становить:

$$M(\text{CO}) = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ г}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_m) = 0,13 \cdot 100 = 13,0 \text{ г}$$

$$M(\text{NO}_x) = 0,4 \cdot 100 = 40,0 \text{ г}$$

$$M(\text{C}) = 0,01 \cdot 100 = 1,0 \text{ г}$$

Досить важливою складовою, що впливає на логістичні витрати є витрата палива сміттєвозом. Двигун вантажівки Scania P280 на 104 км пробігу споживає в

середньому 19 л дизельного палива. Оскільки під час збору ТКВ автомобіль робить багато зупинок, то слід врахувати цей показник, відповідно витрата палива становить:

$$Q_H = 0,01 \cdot 19 \cdot 100 \cdot (1 + 0,01 \cdot (10 - 5)) + 2 \cdot 0,5 = 20,95 \text{ л.}$$

Вартість пального (відповідно до середньої вартості дизельного палива на автозаправочних станціях України):

$$B_n = 20,95 \cdot 23,52 = 492,74 \text{ грн.}$$

Порівняльна характеристика сміттевозів МАЗ 5337 і Scania P280 представлена в табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Порівняльна характеристика сміттевозів МАЗ 5337 і Scania P280

Показник	МАЗ 5337	Scania P280
Євро-клас	Euro 3	Euro 6
Вантажопідйомність	11	11
Маса викидів ШР, г/100км		
CO (чадний газ)	208	156
C _n H _m (вуглеводні)	52	13,52
NO _x (оксиди азоту)	468	41,6
C (сажа)	10,4	1,04
Еколого-економічний збиток, грн	88,48	8,7
Зменшення впливу на довкілля, ΔK	79,78 грн. 90%	
Витрата палива, Q _n	24,48 л	20,95 л
Різниця у витраті пального, Δ Q _n	3,53 л 11 %	
Вартість пального, B _n	538,56 грн.	492,74 грн.
Економія коштів на пальне, грн	45,82 грн.	

Джерело: складено автором.

Згідно отриманих розрахунків для ОТГ Житомирської області доцільно використовувати для перевезення ТКВ на сміттєзвалище саме автотранспортний засіб Scania P280, оскільки він чинить менший негативний вплив на довкілля майже в 10 разів та при цьому є економічним щодо споживання палива, а отже витрати на транспортування зменшуються на 11%.

Еколого-економічний збиток довікілью спричинений сміттєвозом за 1 рік становить:

$$K = (37,856 \cdot 0,00011 + 9,464 \cdot 0,001 + 85,176 \cdot 0,0044 + 1,8928 \cdot 0,087) \cdot 10^3 = 553 \text{ EUR (16371 грн).}$$

В таблиці 6.5 приведено розрахунок еколого-економічної ефективності системи поводження з ТКВ за умови вивезення на полігон та здійснення переробки.

Таблиця 6.5

Еколого-економічної ефективності системи поводження з ТКВ

Критерії оцінювання	Сценарій 1 (вивезення на полігон)	Сценарій 2 (переробка ТКВ)
Еколого-економічний збиток від процесу транспортування (К), грн	88,48	87,6
Збиток від вилучення земель ($Z_{вил}$), грн	30000	-
Збиток від забруднення ґрунтів ($Z_{гр}$), грн	45	-
Збиток від забруднення стічними водами, грн	-	810
Збиток від викидів СО ($Z_{СО}$), грн	-	0,91
Збиток від викидів оцтової кислоти ($Z_{ок}$), грн	-	49,18
Загальний збиток довікілью, грн	30133,48	947,69
Загальні логістичні витрати, грн	674,16	1516,47
Транспортні витрати (на паливо), грн	538,56	1288,32
Прибуток від переробки твердих комунальних відходів	0	46437

Джерело: складено автором.

Згідно отриманих даних розрахунків можна зробити висновок, що система поводження з ТКВ, кінцевим етапом якої є переробка відходів, оскільки еколого-економічний збиток довікілью при цьому є меншим майже в 31 раз. 80-85% логістичних витрат становлять витрати на паливо, тому слід вибирати транспортні засоби, що мають високу паливну економічність та відповідно викидають менше шкідливих речовин.

Таким чином, впровадження концепції двоетапного перевезення відходів дозволить зменшити до 20 % поставок відходів на полігони за допомогою відбору ресурсоцінних інгредієнтів і підвищити час експлуатації полігонів; більш доцільно використовувати ділянку полігону для розміщення на пресованих

брикетів; зменшити транспортні затрати на транспортування відходів. Ефективним методом зниження впливу на довкілля при перевезенні ТКВ є використання сміттевозів Scania P280, що обладнані двигунами Євро-6.

6.4. Результати застосування екокраудсорсингу в управлінні відходами в об'єднаних територіальних громадах Житомирщини

Забезпечення сталого функціонування сфери поводження з ТКВ сприятиме зменшенню забруднення навколишнього природного середовища, підвищенню ресурсного потенціалу країни від використання відсортованої частки ТКВ, ефективного використання територій, природних ресурсів, поліпшення санітарно-епідеміологічного стану тощо. Крім того це пов'язано з задоволенням конституційного права громадян щодо безпечного довкілля та забезпечення раціонального використання природних ресурсів, а також виконанням Україною ряду міжнародних зобов'язань з охорони навколишнього природного середовища.

Застосування методу екокраудсорсингу для реалізації проєктів поводження з відходами, які впроваджуються державними, комунальними та громадськими структурами, дало можливість залучити відповідні додаткові ресурси та виявити сильні і слабкі сторони та переваги відповідних екологічних стартапів. Було проаналізовано досвід процесу комунікацій у проєктах громадського спрямування Всеукраїнського проєкту «Зробимо Україну чистою», державного в поєднанні з громадським «Чиста Житомирщина» та державна програма «Житомирська міська програма поводження з відходами».

Проєкт «Житомирська міська програма поводження з відходами» реалізується відповідно запиту КП «Інспекція благоустрою» за рахунок коштів Фонду охорони навколишнього природного середовища Житомирської області, тому бенефіціаром проєкту є державні структури (рис. 6.3).

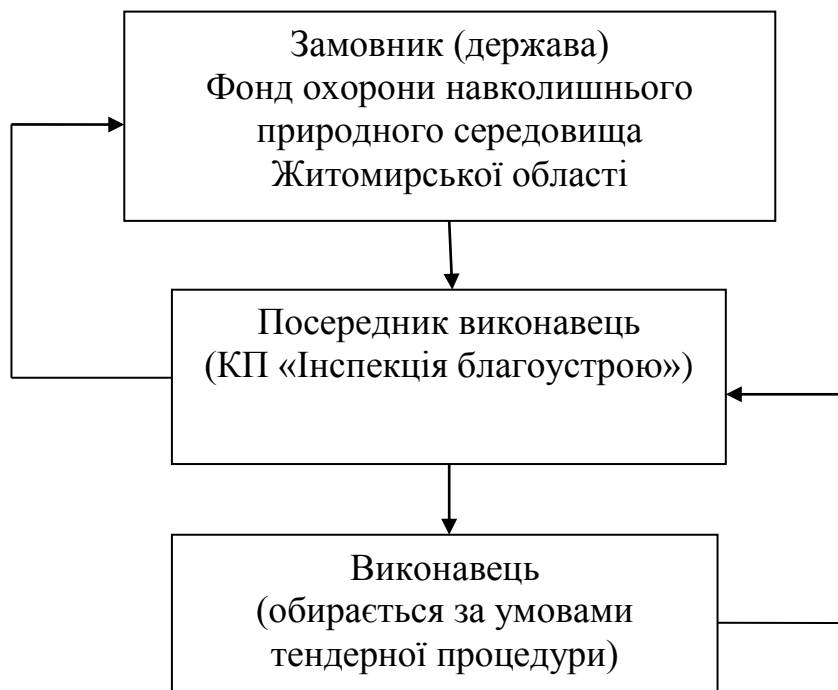


Рисунок 6.3 – Структура комунікацій проєкту «Житомирська міська програма поводження з відходами»

Відповідно до умов реалізації проєкту, на його початковому етапі відбувається обговорення щодо реалізації ініціативи та прописуються основні вимоги, які диктує державна структура (замовник проєкту). Комунальне підприємство виступає посередником між замовником та виконавцем проєкту. На схемі показано ієрархію підпорядкування. Держава, як замовник проєкту та одноосібно джерело фінансування, вимагає надання звіту узгодженої форми та наявності підтвердженою інформації про перелік виконаних робіт. Посередник вимагає виконання запланованих заходів.

Проведемо дослідження щодо проведення акції «Чиста Житомирщина». Одною з ідей екокраудсорсингу в сфері поводження з відходами є залучення на громадських засадах багатьох людей для вирішення проблеми. Так, щорічно обласна та муніципальна влада ОТГ проводять акції з прибирання території міст, ОТГ, районів, областей. Прийнято рішення створити екокраудсорсингову платформу для організації акції збирання ТПВ, метою якої було залучення до ініціативи органів влади ще небайдужих людей, еко-активістів, школярів та студентів. Для пошуку найбільш ефективних рішень проєкту сформовано групу

зацікавлених осіб з представників екологічно свідомої громади, державних службовців та науковців. Провели компанію з розповсюдження інформації про проблеми поводження з відходами та шляхи запровадження й реалізації проєктів. Визначено, що платформою буде вже існуюча система, яку змодельовали з мінімальною кількістю якісних показників.

На першому етапі було проведено анкетування серед представників Овруцької, Олевської, Червоненської, Брусилівської, Городницької, Білорівницької, Ємільчинської, Корнинської, Ушомирської, Любарської і Лугинської громад, підприємств та державних установ (працівників) в рамках реалізації проєкту «Покращення якості послуг у сфері управління відходами на муніципальному рівні в об'єднаних територіальних громадах», який реалізувався в рамках співпраці заради розвитку між Німеччиною та Україною за підтримки програми «U-LEAD with Europe» і кластеру Сталого економічного розвитку GIZ Україна.

Було відібрано по 10 представників одинадцяти організацій, серед яких є державні установи з чисельністю більше 100 людей. Чотири організації були вибрані, як найбільші на Житомирщині, що розвиваються в природоохоронній галузі. Наукові установи запроваджують дані установи, що займаються природоохоронною діяльністю. Серед них визначили, до якої саме групи належать організації чи займаються вони екологічною діяльністю, яка чисельність реалізованих екологічних проєктів, ініціатив тощо. Далі запитували чи існують дані про застосування ними екологічного краудсорсингу.

Узагальнивши одержані дані, проаналізувавши відомості компаніями рішення, можливо сказати про подальші результати (рис. 6.4).

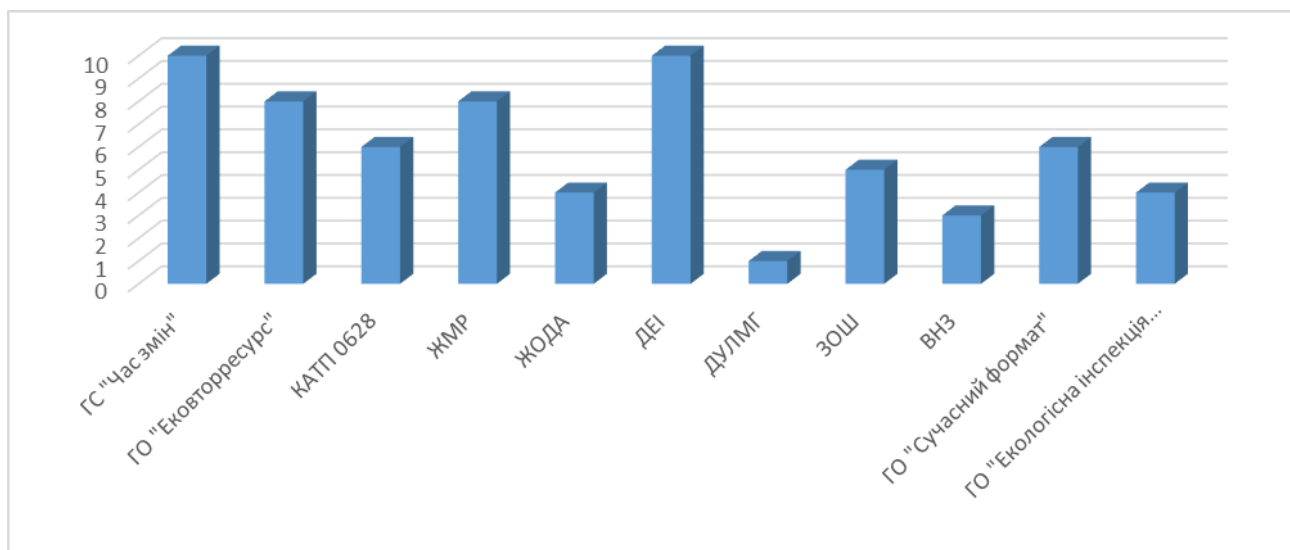


Рисунок 6.4 – Результати анкетування

Важливою передумовою застосування екокраудсорсингу, згідно з думкою багатьох організацій, вважається загальнодоступність необмеженого числа ресурсів, підтримка зворотнього діалогами з природоохоронцями, тобто дивлячись на послуги – інноваційні технології в галузі збереження довкілля, застосування яких, зможе допомогти досягти новітніх результатів у збереженні навколишнього середовища, оскільки інноваційні ідеї «є дефіцитом».

Результати анкетування показали, що даний екокраудсорсинговий проєкт може об'єднати усіх, хто готовий внести свій вклад, досвід у збереження сприятливого екологічного середовища. Впродовж усього часу проведення крауд-проєкту передбачені:

- проведення інформаційної кампанії, проведення екологічних уроків в школах, опитування населення, збір інформації про стан забруднення середовища, що оточує нас;
- залучення добровольців на прибирання сміття (відходів), закріплення точок прибирання, благоустрій територій, посадка дерев і кущів, облаштування квітників;
- узгодження заходів з прибирання сміття (відходів) з місцевими адміністраціями.

Дана платформа дозволяє об'єднувати користувачів проєкту в співтовариства, допомагаючи активістам досягати більш значних результатів за рахунок взаємопідтримки.

Ще один напрям розвитку додатка – збір даних, за допомогою яких проводять аналіз проблеми, а потім перейти до фази дій і досягти тим самим позитивних змін. Оскільки ТКВ є надзвичайно різноманітним джерелом даних, для збору і структуризації такої інформації потрібно особливу архітектуру програмування. Для збору інформації застосовують технології машинного навчання і розпізнавання зображень.

Для оцінки доцільності проєктів для вирішення проблеми поводження з відходами проведемо порівняння його із громадською ініціативою за аналогічною тематикою. До уваги бралися форма власності та територіальні межі поширення, кількість учасників, локацій, бюджет даного заходу, а також передача інформації та її ефективність у проєкті (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Порівняльна характеристика проєктів

Параметри	Житомирська міська програма поводження з відходами	Чиста Житомирщина	Зробимо Україну чистою
Форма власності	Державний проєкт	Державний + Громадський проєкт	Громадський проєкт
Вид проєкту за поширення	Локальний	Регіональний	Національний
Територія на яку поширюється	67 км ²	847,66 км ²	603,7 тис. км ²
Кількість учасників	800	6000	473577
Кількість локацій	400	2800	37000
Бюджет проєкту	100 тис. грн.	300 тис. грн.	800 тис. грн.
Ефективність передання інформації у проєкті	2,14	4,1	12,8
Інформаційна ефективність проєкту	0,069	0,071	0,078

У громадському проєкті ефективність передачі інформації у десятки разів вища, ніж в державному, а локація проєкту за поширенням у 700 разів перевищує обсяг території локацій державного проєкту «Житомирська міська програма поводження з відходами» та «Чиста Житомирщина». Показники інформаційної ефективності проєкту, який залежить від відношення кількості локацій до кількості учасників відрізняються на 0,009. Отримані дані вказують на те, як правильне формування комунікаційних зв'язків та їх видів може вплинути на ефективну роботу лише команди проєкту, але й максимізувати результат екологічної ініціативи.

Складність такої співпраці полягає у тому, що кожен із виконавчих елементів повинен діяти в межах їх повноважень.

Порівняння ефективності проєктів «Зробимо Україну чистою», «Чиста Житомирщина» та «Житомирська міська програма поводження з відходами» представлено в табл.6.7.

Таблиця 6.7

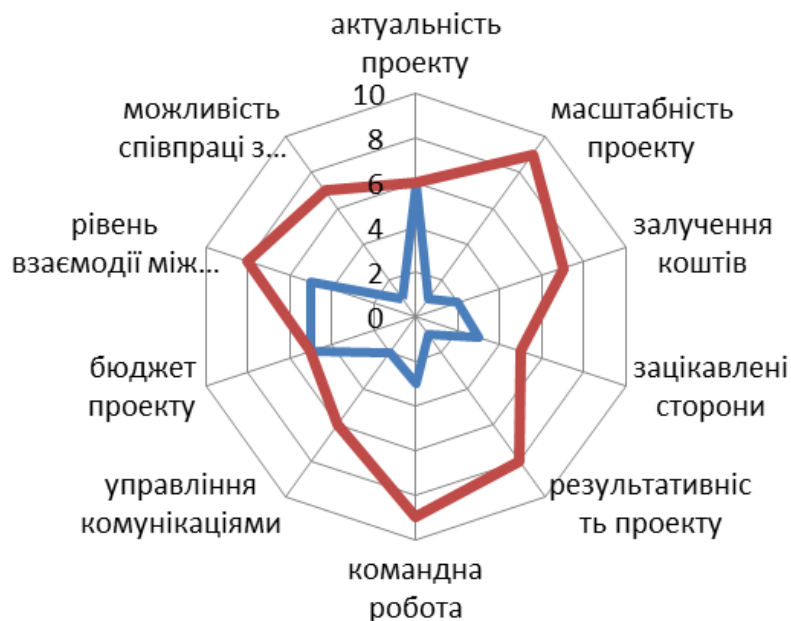
Порівняння ефективності проєктів «Зробимо Україну чистою», «Чиста Житомирщина» та «Житомирська міська програма поводження з відходами»

Критерії оцінки	Житомирська міська програма поводження з відходами	Чиста Житомирщина	Зробимо Україну чистою
Актуальність проєкту	6	7	6
Масштабність проєкту	1	4	9
Залучення коштів	2	4	7
Зацікавлені сторони	3	4	5
Результативність проєкту	1	3	8
Командна робота	3	5	9
Управління комунікаціями	2	4	6
Бюджет проєкту	5	5	5
Рівень взаємодії між учасниками проєкту	5	5	8
Можливість співпраці з іншими громадськими організаціями та державними організаціями	1	6	7

Було обрано основні критерії, що вказують на ефективність проєктної ідеї. Бали виставлялися від 1 до 10, залежно від ступеня використання їх у реалізації проєкту та оцінюючи результати їхньої взаємодії.

За даними результатами порівняння даних проєктів, їх сумарна оцінка буде порівнюватися і накладатися одна на одну. Більш ефективним буде той проєкт, площа покриття якого буде перекривати іншу. Критерії ефективності обиралися шляхом отримання максимальної інформації про проєкт і всі сфери його діяльності та взаємодії у внутрішньому середовищі. Якщо актуальність даних проєктів знаходиться на одному рівні, то масштабність проведення та реалізації задуму у громадського проєкту значно перевищує, територія країни – райони міста Житомира. Громадські об'єднання мають можливість залучати кошти і не бути обмежені при цьому статутними зобов'язаннями. Оскільки громадська організація не має постійного сталого фінансування, тому зазвичай вони працюють на умовах бартеру із компаніями, участь у проєкті дасть можливість компанії отримати піар, а також буде свідченням природоохоронних заходів, відповідальної суспільної позиції. Така можливість реклами для торгових марок є перевагою у привабленні зацікавлених сторін на відміну від державних проєктів. За статутом та нормативними вимогами державні органи можуть залучати до реалізації проєкту лише державні підприємства та установи, що відповідають ряду вимог чинного законодавства. Ці обмеження є однією із передумов малоефективної взаємодії між учасниками та низького рівня досягнення поставленої цілі проєкту в цілому.

За сумарними показниками більш ефективним, з точки розвитку внутрішньої структури, є громадський проєкт, але державний має чітку ієрархію відповідальності та чітко сформований результат проєкту (рис. 6.5).



Зробимо Україну чистою

Місцеві програми поводження з відходами

Рисунок 6.5 – Ефективність проектів, які пов'язані з відходами

Представлена оцінка трьох проектів. Краще розвиненими є процеси комунікацій у громадських проектах, що підвищує ефективність краудсорсингу. Проте існуюча нормативно-правова база та джерела фінансування надають перевагу співпраці із державними структурами, тому покращення системи комунікацій є актуальною для державних структур.

Максимально ефективними можуть стати заходи, що поєднують адміністративні методи разом із екологічними та економічними управлінськими рішеннями.

Ще одним прикладом краудсорсингового проекту є залучення населення до інформаційно-просвітницьких проектів підвищення рівня культури поводження з відходами, екологічної свідомості та освіти населення. Населення вважаються головним споживачем послуг у сфері поводження з ТКВ, але тільки незначна його частина розуміє методи поводження з відходами, про діапазон послуг, що надають муніципалітети. Крім цього, інформація про можливі ризики для здоров'я, захищеність навколишнього середовища, а також переваги повторного використання ТКВ, заощадження ресурсів тощо. Отже, підтримка проектів

відходів в місцях накопичення, вторинна рекуперація й сортування відходів в місцях накопичення.



Рисунок 6.6. – Приклад інформаційного буклету впровадження системи роздільного збору на платформі для краудсорсингу в м. Житомирі

Одна із ідей концепції екологічного краудсорсингу передбачає, що в добавок до класичних методів (сміттєспалювання та захоронення) необхідною частиною утилізації відходів зобов'язані бути події по зменшенню кількості відходів, вторинна переробка відходів і компостування (аеробна ферментація базисної частини відходів). Лише поєднання багатьох взаємодоповнюючих програм та проєктів, а не одна методика, нехай в тому числі і сучасна здатна сприяти результативному висновку поведження з ТКВ.

Для будь-якого визначеного населеного місця потрібен підбір конкретної комбінації підходів, тобто розглядає локальні навички та районні заходи. Програма заходів згідно з однією системою поведження з відходами базується на дослідженні потоків відходів, оцінки існуючих альтернатив та містить реалізацію

менш «досвідчених» планів, які дозволяють підібрати дані для позитивного та комфортного результату.

У масштабі країни впровадження екокраудсорсингу в муніципальному секторі сприятиме утворенню громадянського суспільства, в якому активність населення, громадська оцінка впливу і контроль стануть представляти невід'ємні характеристики процесу ухвалення важливих державних рішень у сфері природоохоронної діяльності.

Таким чином, застосування методу екокраудсорсингу для реалізації проектів поводження з відходами, які впроваджуються державними, комунальними та громадськими структурами, дало можливість залучити відповідні додаткові ресурси та виявити сильні і слабкі сторони та переваги відповідних екологічних стартапів. Було проаналізовано досвід процесу комунікацій у проектах громадського спрямування Всеукраїнського проекту «Зробимо Україну чистою», державного в поєднанні з громадським «Чиста Житомирщина» та державна програма «Житомирська міська програма поводження з відходами».

Прикладом краудсорсингового проекту є залучення населення до інформаційно-просвітницьких проектів підвищення рівня культури поводження з відходами, екологічної свідомості та освіти населення.

Висновки до розділу 6

Створення системи управління відходами ґрунтується на принципах скорочення впливу відходів на довкілля; встановлення роздільного збору відходів; модифікування якості життя населення; можливе збереження вторинних ресурсів з метою подальшого використання; організація сміттєпереробних підприємств і полігонів, яке засноване на новому науково-технічному рівні; підвищення рівня екологічної культури населення. Очікуваним результатом реалізації схеми управління відходами є покращення природоохоронної складової й санітарного стану громади, зменшення відходів, викидів шкідливих речовин в

атмосферу, засмічення ґрунтів, запровадження схеми сортування ТКВ, підвищення екологічної свідомості мешканців, контроль за поетапним закриттям та рекультивацією полігонів відходів, будівництво чотирьох сміттесортувальних комплексів відходів.

Впровадження концепції двоетапного перевезення відходів дозволить зменшити до 20 % поставок відходів на полігони за допомогою відбору ресурсоцінних інгредієнтів і підвищити час експлуатації полігонів; більш доцільно використовувати ділянку полігону за рахунок розташування пресованих брикетів; зменшити транспортні затрати на перевезення відходів. Ефективним методом зниження впливу на довкілля при перевезенні ТКВ є використання сміттєвозів Scania P280, що обладнані двигунами Євро-6.

Застосування методу екокраудсорсингу для реалізації проєктів поводження з відходами, які впроваджуються державними, комунальними та громадськими структурами, дало можливість залучити відповідні додаткові ресурси та виявити сильні і слабкі сторони та переваги відповідних екологічних стартапів. Було проаналізовано досвід процесу комунікацій у проєктах громадського спрямування Всеукраїнського проєкту «Зробимо Україну чистою», державного в поєднанні з громадським «Чиста Житомирщина» та державна програма «Житомирська міська програма поводження з відходами».

Прикладом краудсорсингового проєкту є залучення населення до інформаційно-просвітницьких проєктів підвищення рівня культури поводження з відходами, екологічної свідомості та освіти населення.

ВИСНОВКИ

В дисертаційному дослідженні вирішено актуальну науково-практичну проблему розробки науково-методологічних основ впровадження сучасної системи управління твердими комунальними відходами в умовах децентралізації з урахуванням специфічних особливостей розвитку окремої територіальної громади та залученням інноваційних методів екологічного управління, що дозволить підвищувати рівень екологічної безпеки на регіональному та місцевому рівнях.

1. Проведений аналіз сучасного стану та наслідків техногенного впливу твердих комунальних відходів на довкілля підтвердив тенденцію до збільшення негативного впливу ТКВ на екологічну безпеку в цілому.

2. Розроблено системну модель управління ТКВ для об'єднаних територіальних громад з врахуванням інтересів зацікавлених сторін та морфологічну модель регіональної програми управління відходами. Модель дозволяє визначати шляхи управління відходами для об'єднаних територіальних громад для запобігання шкідливому впливу відходів на довкілля та здоров'я населення. Морфологічна модель регіональної програми управління відходами дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми сценаріїв виконання місії програми для кожної із зацікавлених сторін, які витікають із закономірностей будови (морфології) регіональної програми поводження з відходами.

3. Результати стратегічного аналізу передумов впровадження системи управління відходами на регіональному рівні (PEST-аналіз і SWOT-аналіз) визначили умови, які сьогодні наявні в більшості регіонів України для впровадження сучасних інноваційних програм управління ТКВ.

4. Розроблена концептуальна модель регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу включає відповідні множини: стратегічну мета (M_i) ресурси (R_i), фінанси (F_i) та інформацію (I_i) і

передбачає залучення координаційного агенту, як відокремленого суб'єкту господарювання для управління системою управління відходами, що здійснює управління всіма відходами, утворюваними на певній території і дозволяє формувати проекти, технології та заходи для скорочення кількості відходів, їх рекуперації, переробки чи утилізації з доповненням один одного.

5. Результати експериментальні досліджень системи управління ТКВ відходами у ОТГ Житомирської області показали, що визначальними факторами впливу на морфологічний склад ТКВ є природно-кліматичні умови, сезонність, термін накопичення, рівень благоустрою території, наявність системи роздільного збору і рівень розвитку ринку вторинної сировини тощо. Аналіз фізико-хімічних характеристик фільтраційних вод полігону ТКВ ОТГ Житомирської області за період 2009–2018 роки виявив значне перевищення гранично допустимих концентрації фосфатів, заліза, кобальту, кадмію, свинцю, показників ХСК та БСК, лужність та жорсткість. Результати апроксимації змін гідрохімічних показників фільтрату звалища ТКВ Житомирської об'єднаної територіальної громади (сухий залишок, сульфати, ХСК, БСК₅, залізо загальне, нітроген амонійний) протягом 2009–2018 років показують, що зв'язок величин практично функціональний, а коефіцієнт детермінації складає 0,77 – 0,98.

6. Розроблено математичні моделі процесів відходоутворення в залежності від показників соціально-економічного розвитку м. Житомир та Житомирської області, які описують залежності кількісного та якісного складу ТКВ від соціально-економічних показників розвитку міста з врахуванням динаміки утворення відходів та формують механізм прогнозування динаміки змін в системі поводження з відходами регіону. Запропонована та перевірена модель системної динаміки для прогнозування обсягу накопичення твердих комунальних відходів, яка дозволяє оцінити обсяг та морфологічний склад відходів і дозволяє ефективно здійснювати прогноз накопичення кількості твердих комунальних відходів в коротко- та довгостроковому періоді. Зміна кількості ВРП (77–98 %) визначає зміну вмісту компонентів морфологічного складу ТКВ.

7. Імітаційний експеримент прогнозування обсягів динаміки змін в системі управління відходами для об'єднаних територіальних громад Житомирської області та м. Житомир проведено за допомогою розробленого програмного модулю "Municipal waste counter (MWC)", який дозволяє прогнозувати кількість ТКВ, що генеруються населенням ОТГ, визначати основні компоненти відходів.

8. Розроблено методи та інструменти впровадження регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу, що передбачає формування екологічно орієнтованої логістичної системи при управлінні програмами поводження з відходами та розробка логістичних моделей процесів транспортування комунальних відходів. Запропоновано критерії оцінювання рівня екологічних небезпек за рахунок включення показників впливу систем транспортування, розміщення і переробки ТКВ. Система критеріїв включає такі критерії: матеріально-технічні, професійні вимоги, фінансово-економічні, екологічні та соціальні. Кожна група критеріїв характеризується множиною локальних критеріїв, що дозволяє здійснити вибір бізнес-структури перевізника для транспортування ТКВ при оптимізації логістичної системи управління відходами.

9. Запропоновано науково-методологічні основи екологічного краудсорсингу, як механізму підвищення рівня екологічної безпеки в системі управління відходами, що передбачає залучення громадськості на основі публічної оферти. Розроблені концепція, модель та метод екологічного краудсорсингу передбачає механізм залучення до вирішення проблеми поводження з ТКВ широке коло зацікавлених сторін з використанням активного Інтернет-обговорення та описує стейкхолдерів, які є агентами зацікавленого суспільства (соціальні експерти) з питань поводження з відходами.

10. Одержані результати впроваджено в систему управління твердими комунальними відходами. Для ОТГ Житомирщини запропонована програма місцевих дій, яка ґрунтується на концепції двоетапного перевезення відходів. Ефективним методом зниження впливу на довкілля при перевезенні ТКВ є використання сміттєвозів Scania P280, що обладнані двигунами Євро-6.

Застосування методу екокраудсорсингу для реалізації проєктів поводження з відходами, які впроваджуються державними, комунальними та громадськими структурами, дало можливість залучити відповідні додаткові ресурси та виявити сильні і слабкі сторони та переваги відповідних екологічних стартапів.

11. Результати роботи та розроблені рекомендації впроваджено в організаційній діяльності Білорівницької сільської ради Олевського району Житомирської області, управлінні у справах сім'ї, молоді та спорту Житомирської міської ради, виробничій діяльності ТОВ "ЕКО ЗАХИСТ УКРАЇНА", ТОВ "ЕКО-МБ", в роботі Державної екологічної інспекції Поліського округу, у навчальному Державного університету "Житомирська політехніка" та Житомирського професійного ліцею. Відповідні акти впровадження та авторські свідоцтва наведені у додатках до дисертації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>
2. Світова статистика у реальному часі. *Worldometers* : веб-сайт. URL: <http://www.worldometers.info/uk/>.
3. Human Development Indices and Indicators: 2018 Statistical Update. URL: <https://shop.un.org/books/human-dev-indices-indica-2018-77373>.
4. Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. / Верховна Рада України. Офіц. вид. К.: Парлам. вид-во, 1998. 168 с.
5. Управління та поводження з відходами: Підручник/Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко та ін. За ред. Т.А. Сафранова, М.О. Клименко. Одеса: ТЕС, 2012. 272 с.
6. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. URL: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2018-rik/>.
7. Державний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/?fbclid=IwAR0FXwk4juzAggg63FmkoaFcFIJ-QFuRcZXyAQVOWE-vLVKko6LTiHrHiVE>.
8. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste <https://menr.gov.ua/files/docs/1999%2031%20%D0%84%D0%A1.pdf>.
9. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками / Сафранов Т. А., Шаніна Т. П., Губанова О. Р., Приходько В. Ю. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2014. Вип. 18. С. 32–37.
10. Мандзюк І. А. Питання поводження з промисловими та побутовими відходами. *Екотехнологии и ресурсосбережение*. 2003. № 3. С. 41–43.

11. Управління екобезпекою міста / Третяков І. М. та ін. ; за заг. ред. І. М. Третякова. К. : Автограф, 2007. 244 с.
12. Волкова С. А., Пилипчук Л. Л., Ідаятов В. А. Відходи – не забруднювачі довкілля, а невикористана вторинна сировина. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : матеріали Національного форуму. К., 2014. С. 58–61.
13. Лукаш О. В. Несанкціоновані сміттєзвалища Чернігова – осередки поширення інвазійних видів рослин. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : матеріали Національного форуму. К., 2018. С. 45–46.
14. Пономарьова В. Т., Лихачова М. М., Ткачик З. А. Використання пластмасових відходів за кордоном. *Пластичні маси*. 2008. № 5. С. 44–48
15. Коцюба І. Г., Щербатюк А. Ф., Годовська Т. Б. Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів у місті Житомирі. *Вісник національного технічного університету «ХПІ»*. Серія *Механіко-технологічні системи та комплекси*. Харків, 2016. Вип. № 7. С. 95–100.
16. Тарасенко А. В., Федоренко О. П. Проблеми та перспективи розвитку підприємств целюлозно-паперової промисловості України. URL: <https://economic-vistnic.stu.cn.ua/index.pl?task=arcls&id=1146>
17. Клименко В. І., Трофимчук О. М. Використання космічних знімків для аналізу забрудненості земель навколо місць видалення відходів. *Сотрудничество для решения проблем отходов* : матер. V Междунар. конф., 2–3 квітня 2008 г. Харків. 2008. С. 35–37.
18. Лібін Ф. І. Тенденції розвитку целюлозно-паперової промисловості європейських країн і інтеграція ЦБП в європейський ринок : тези доповідей. Львів : Світ, 2007. 198 с.
19. Швороб Г. М. Целюлозно-паперова промисловість України. URL: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/25>.
20. Утворення відходів та переробка полімерної вторинної сировини в Черкаській області. *Промислова екологія* : веб-сайт. URL:

<http://eco.com.ua/content/utvorennya-vidkhodiv-ta-pererobka-polimernoj-vtorinnoji-sirovini-v-cherkaskii-oblasti>.

21. Дуденков С. В., Калашнікова С. А., Генін М. М. Підвищення ефективності заготівлі, обробки, переробки та використання вторинних полімерних матеріалів : оглядова інформ. М., 2009. Вип. 9. 52 с.

22. Угода про асоціацію України з ЄС. URL: <https://eu-ua.org/tekst-uhody-pro-asotsiatsiiu>.

23. Принципи реформи управління відходами : офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів. URL: <https://menr.gov.ua/timeline/Vidhodi-ta-nebezpechni-rechovini.html>.

24. Андрейцев Д. Ф., Артем'єва Т. Є., Вільніц С. А. Технічні та економічні проблеми вторинної переробки та використання полімерних матеріалів. М. : 2002. 83 с.

25. Фомин В. А., Гузеев В. В. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования. *Пластические массы* : сб. Дзержинск : ФГУП «НИИ Полимеров». 2001. № 2. С. 42–46.

26. Суберляк О. В., Баштанник П. І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. Київ. : 2006. 270 с.

27. Стручок В., Мудра Д. Аналіз національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року щодо проведення інфраструктурних заходів з перероблення твердих побутових відходів. *Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій* : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. Тернопіль. 2018. С. 292–293.

28. Про управління відходами : проект Закону України. URL: https://menr.gov.ua/files/images/news_2019/12042019/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%97%D0%A3_%D0%9F%D1%80%D0%BE_%D0%B2i%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8_12.04.2019.doc.

29. Методичні рекомендації з розроблення регіональних планів управління відходами. URL: https://menr.gov.ua/files/docs/nakazy/2019/nakaz_142.pdf.

30. Громадськість закликає Мінприроди прискорити розробку і внести до ВРУ законопроекти про управління відходами. *Реанімаційний пакет реформ* : веб-сайт. URL: <https://rpr.org.ua/news/hromadskist-zaklykaje-minpryrody-pryskoryty-rozrobku-i-vnesty-do-vru-zakonoproekty-pro-upravlinnya-vidhodamy/>

31. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19?fbclid=IwAR0xX2J11QfDh4Ir-87RI8f_Us_jl4_a7kQGuKVZ4D-sPxDM-AYFa__afOs.

32. The 2016 GSDR, Global Sustainable Development Report. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/globalsdreport/2016>.

33. Резолюція, прийнята Генеральною Ассамблеєю ООН 27 июля 2012 года, 66/288. Будущее, которого мы хотим. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/66/288>.

34. Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи. URL: <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>.

35. Директива 1999/31/ЄС Європейського парламенту і Ради від 26 квітня 1999 року про захоронення відходів. URL: <https://menr.gov.ua/news/31286.html>.

36. Директива 2006/21/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 15 березня 2006 року про управління відходами видобувної промисловості та внесення змін і доповнень до Директиви 2004/35/ЄС. URL: <https://menr.gov.ua/news/31287.html>.

37. Нормативно-правові акти ЄС, впровадження яких є обов'язковим для України, відповідно до Угоди про Асоціацію. *Міністерство екології та природних ресурсів* : веб-сайт. URL: <https://menr.gov.ua/news/32693.html>.

38. Директива 96/59/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 16 вересня 1996 року про видалення поліхлорованих біфенілів та поліхлорованих терфенілів (ПХБ/ПХТ). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:31996L0059>.

39. Plastic Waste: a European strategy to protect the planet, defend our citizens and empower our industries. URL: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-5_en.htm.
40. Deutsche Welle. URL: <https://www.dw.com/en/european-parliament-votes-for-ban-on-single-use-plastic/a-46016607?maca=en-rss-en-all-1573-rdf>.
41. A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. URL: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-annex.pdf>.
42. Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням (22 березня 1989 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_022.
43. Угода про асоціацію України з ЄС. URL: <https://eu-ua.org/tekst-uhody-pro-asotsiatsiiu>.
44. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_a07.
45. EUROSTAT and European Environment Agency statistics. URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/National_accounts_%E2%80%93_GDP.
46. Municipal Waste Generation, European Environment Agency assessment. URL: http://themes.eea.europa.eu/IMS/IMS/ISpecs/ISpecification20041007131809/IAssessment1183020255530/view_content.
47. Європейський комітет статистики. *Municipal waste by waste management operations*. Municipal Waste Generation, European Environment Agency assessment. URL: http://themes.eea.europa.eu/IMS/IMS/ISpecs/ISpecification20041007131809/IAssessment1183020255530/view_content.
48. Municipal waste by waste management operations. *Eurostat* : website. URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-150766_QID_2C32EBFE_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;WST_OPER,L,Z,0;UNIT,L,Z,1;INDICATORS,C,Z,2;&zSelection=DS-150766INDICATORS,OBS_FLAG;DS-150766WST_OPER,GEN;DS-150766UNIT,THS_T;&rank.

49. Department for Environment Food & Rural Affairs. Our waste, our resources: a strategy for England. URL:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/765914/resources-waste-strategy-dec-2018.pdf.

50. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку. Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Підсумковий звіт. IFC, Група Світового банку. Київ. 104 с.

51. Recycling international : портал. URL: <http://www.recyclinginternational.com>.

52. Carrefour: Combating waste. URL: <http://www.carrefour.com/content/combating-waste>.

53. World Green Packaging. URL: http://www.greenerpackage.com/recycling/world_demand_green_packaging_reach_2012.

54. The Sixth Environment Action Programme of the European Community 2002–2012. URL: <http://ec.europa.eu/environment/newprg/index.htm>.

55. Ландеховская М. Американский опыт управления отходами. *Тара и упаковка*. 2006. № 5. С. 78–81.

56. Маркова Н. Управление отходами упаковки в Болгарии. *Тара и упаковка*. 2004. № 4. С. 82–84

57. Любешкина Е. Г. Нетленные коробки, баночки, бутылки. Переработка упаковки. URL: http://www.kursiv.ru/kursivnew/paket_magazine/archive/34/8.php#text.

58. Comparative life cycle assessment of smartphone reuse: repurposing vs. Refurbishment / Zink T. et al. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2014. Vol. 19. Issue 5. P. 1099–1109.

59. Plastic waste in the environment European Commission DG ENV. URL: <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/plastics.pdf>.

60. Geyer R., Jambeck J. R., Lavender K. Law Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*. 19 Jul. 2017. Vol. 3. №. 7.

61. Отходы упаковки: опыт Финляндии. *Тара и упаковка*. 2005. № 4. С. 61–64.
62. Стефанов С. Современный подход к проблеме упаковочных отходов в Болгарии. *Тара и упаковка*. 2008. № 5. С. 22–26.
63. The Coca-Cola Company: World Without Waste 2019 Chairman & CEO, The Coca-Cola Company <https://www.coca-colacompany.com/content/dam/journey/us/en/reports/coca-cola-world-without-waste-report-2019.pdf>.
64. PepsiCo Accelerates Plastic Waste Reduction Efforts <https://www.pepsico.com/news/press-release/pepsico-accelerates-plastic-waste-reduction-efforts09132019>.
65. Food loss and waste - a serious problem <https://www.tetrapak.com/sustainability/food-safety/food-loss-and-waste>.
66. Портал новин України. URL: <https://delo.ua/business/coca-cola-i-pepsi-zanjalis-razrobotkoj-zelenoj-plastikovej-but-171519/>.
67. Екологія життя : портал. URL: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/coca-cola-i-pepsico-pozelenishali-vid-konkurentsii>.
68. Попов В., Крайнюченко И. Экологистика упаковки и тары. *Тара и упаковка*. 2008. № 5. С. 19–22.
69. Деркач Я. Переработка отходов тары и упаковки из комбинированных материалов. *Тара и упаковка*. 2004. № 1. С. 26–28.
70. Чернорубашкин А., Сиканевич А., Кудян С. Техничко-экономические аспекты переработки вторичных полимеров. *Тара и упаковка*. 2004. № 6. С. 66–72.
71. Деркач Я. Переработка отходов полимерной пленочной тары и упаковки. *Тара и упаковка*. 2004. № 6. С. 48–50.
72. TSL Ambiental : офіційний портал компанії. URL: <http://www.tslambiental.com.br/en/recycling>.
73. The Ocean Cleanup : офіційний портал компанії. URL: <https://www.theoceancleanup.com/>.

74. Міжнародне об'єднання дослідників сміття в морі Плімутського університету. URL: <https://www.usatoday.com/story/tech/science/2018/09/08/ocean-cleanup-steam-out-sea-saturday-plastic-pollution-quest/1229694002/>.
75. Боравский Б. В., Жуков В. В. Методика оценки экологической эффективности. *Экология производства*. 2013. № 5. С.6–13.
76. Whiting, K. J., Schwager F. J. European Trends in The Thermal Treatment of Solid Wastes. *The ISWA yearbook*.1997/8. P. 284–288.
77. Мотосова Е. А., Генгут И. Б. Экономическое регулирование природоохранной деятельности за рубежом: приоритеты в области использования отходов и энергосбережения. *Экономика природопользования*. 2011. № 5. С. 114–126.
78. Rubio J. G. The role of landfills in the current management of household and industrial waste in Spain. *The ISWA yearbook*. 1997/8. P. 339–342.
79. Koltai Z. R. Environmental protection issues concerning waste management in Hungary. *The ISWA yearbook*. 1997/8. P. 334–338.
80. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навч. посіб. / Петрук В. Г. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2015. 100 с.
81. Концепция управления твердыми бытовыми отходами / Шубов Л. Я., Голубин А. К., Девяткин В. В., Погодаев С. В. М. Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсосбережением и отходами. 2000. 72 с.
82. Бобович Б. Б., Девяткин В. В. Переработка отходов производства и потребления. М. : Интермет Инжиниринг. 2000. 496 с.
83. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. М. : ФАИР-ПРЕСС. 2002. 336 с.
84. Chapman C., Taylor R., Ray R. The Gasplasma process: its application in Enhanced Landfill Mining. Belgium. 2010. 45 с.
85. Щаслива Л. А., Пашков А. П., Спринська Г. М. Передовий світовий еколого-економічний досвід утилізації твердих побутових відходів. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : зб. мат.

Національного форуму., 22–23 листопада 2018 р. К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2018. С. 15–17.

86. Уткіна К. Б. Впровадження комплексного управління відходами в Україні: сучасний стан та перспективи. *Екологічна безпека*. 2013. № 2 (16). С. 23–27.

87. Rachael E. Marshall. Khosrow Farahbakhsh Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*. 2013. Vol. 33, Issue 4.

88. Pogribnyi I. Ya. On the question of system management of solid municipal wastes. *Effective economics*. 2013. №. 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua>.

89. Орфанова М. М., Іваник О. І. Удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами в місті Івано-Франківськ. *Людина і довкілля. Серія Проблеми неоекології*. 2016. № 3–4 (26). С. 126–131.

90. Харченко Т. Б., Сагайдак Ю. Удосконалення системи переробки твердих побутових відходів в Україні. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія. Економіка*. 2014. Вип. 165. С. 41–45.

91. Свояк Н. І. Інвентаризація сміттєприймальних майданчиків міста Черкаси. *Вісник ЧДТУ*. 2013. № 2. С. 150–157.

92. Михайленко В. П., Близнюк М. М. Кращі практики поводження з відходами в рамках міжнародного співробітництва європейських університетів. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : зб. матеріалів Національного форуму., 22–23 листопада 2018р. К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2018. С. 19–21.

93. Daniel Adom, Harrison Kwach Recycling and disposal of municipal solid waste in low and middle-income countries. Perspectives for municipal managers and environment agencies. *UN-Habitat*. 3 March. 2012. P. 224.

94. Solid Waste Management and Recycling Technology of Japan. Toward a Sustainable Society. URL: <https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/attach/swmrt.pdf>.

95. Paul T. Williams Waste treatment and disposal. *ST.Paul*. Second edition. 2000. 392 p.

96. Tchobanoglous G., Kreith F. Handbook of Solid Waste Management. McGraw-Hill Handbooks. Second edition. 2002. 950 p.
97. Stokes R. G., Köster R., Stephen C. Sambrook The Business of Waste: Great Britain and Germany, 1945 to the Present. Cambridge University Press. 2013. 343 p.
98. Joshua O. Reno Waste Away. Working and Living with a North American Landfill. University of California Press. 2016. 288 p.
99. Твёрдые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование : учеб. пособ. / Касимов А. М., Семёнов В. Т., Коваленко А. М., Александров А. М. Харьков : ХНАГХ, 2006. 301 с.
100. Хоменко І. О., Бабаченко Л. В., Падій Я. В. Проблеми та напрями переробки твердих побутових відходів в Україні. *Економіка природокористування та охорони навколишнього природного середовища. Серія Економіка і суспільство*. 2017. Вип. 12. С. 454–458.
101. Хоменко І. О., Івашина В. І. Виробництво електроенергії з біомаси. *Юність науки – 2017: соціально-економічні та гуманітарні аспекти розвитку суспільства* : зб. тез Міжн. науково-практичної конференції., 26–27 квітня 2017 р. Чернігів : ЧНТУ, 2017. С. 34–35.
102. Koval I., Pohrebennyk V. Approaches to building integrated system of municipal solid waste management: classification of packaging waste. *Екологічна безпека та природокористування*. № 4 (28). 2018. С. 94–102.
103. Голік Ю. С., Ілляш О. Є., Чухліб Ю. О. Регіональні особливості поводження з твердими побутовими відходами на Полтавщині. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : зб. матеріалів Національного форуму., 22–23 листопада 2018р. К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2018. С. 32–34.
104. Váradi A. Sz., Strand L., Takács J. Clean Electrical Power Generation from Municipal Solid Waste. *IEEE trans. Energy Conversion*. 2009. P. 293–300.
105. Váradi A. Sz., Takács J. Electricity Generation from Solid Waste by Pilot Projects. *International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*. 2008. P. 826–831.

106. Bernt Johnke Emissions From Waste Incineration. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. 2009. P. 455–468.
107. Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration. URL: https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/wi_bref_0806.pdf.
108. Integrated Global Models of Sustainable Development. Volume II / Edited by Akira Onishi. *EOLSS Publishers Co.Ltd.* Oxford. 2009. 235 p.
109. *Звіт сталого розвитку* : веб-сайт Швейцарської компанії Holcim. 2017 URL: <https://www.lafargeholcim.com/Sustainability-reports>.
110. Виробництво органічних добрив: науково-методичні рекомендації / Войтенко Л. та ін. Видавничий відділ НУБіП України. 2009. 45с.
111. Спосіб одержання органо-мінеральних добрив : деклараційний патент ИА 69195А / Канченко Ю. А. та ін.
112. Утилизация осадков сточных вод: законодательные и нормативные начала / Чеботько К. А. и др. *Аграрна наука і освіта*. 2004, т. 5, № 3–4. С. 48–54.
113. Шевчук В. Я., Чеботько К. О., Разгуляев В. М. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини. К. : Фенікс, 2001. 203 с.
114. Механіко-технологічні основи процесів виробництва органічної продукції рослинництва : монографія / Голуб Г.А. та ін. К. : НУБіП України, 2017. 431 с.
115. Booth D. C., Craig Sheppard (1 April 1984). Oviposition of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): Eggs, Masses, Timing, and Site Characteristics // *Environmental Entomology*. 1984. №. 13 (2). P. 421–423.
116. Biological Treatment of Municipal Organic Waste using Black Soldier Fly Larvae / Diener Stefan, Studt Solano, Nandayure M., Roa Gutiérrez Floria, Zurbrügg Christian, Tockner Klement. *Waste and Biomass Valorization*. 2011. №. 2 (4). P. 357–363.

117. Production of Biofertilizer from Vermicomposting Processes of Municipal Sewage Sludge / Zularisam A.W. et al. *Journal of Applied Sciences*. 2010. №. 10 (7). P. 580–584.

118. From organic waste to biodiesel: Black soldier fly, *Hermetia illucens*, makes it feasible / Li Qing et al. *Fuel*. 2011. №. 90 (4). P. 1545–1548.

119. Lalander Cecilia, Nordberg Åke, Vinnerås Björn A comparison in product-value potential in four treatment strategies for food waste and faeces – assessing composting, fly larvae composting and anaerobic digestion. *GCB Bioenergy*. 2018. №. 10 (2). P. 84–91.

120. Скрильник Є. В., Гетманенко В. А., Кутова А. М. Науково-технологічні основи виробництва екологічно безпечних добрив на основі відходів органічного походження. *Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. Серія Стан навколишнього середовища*. 2018. № 3. С. 17–21.

121. Скрильник Є. В., Гетманенко В. А., Кутова А. М. Застосування органічних добрив для регулювання вмісту гумусу в ґрунтах: проблеми, рішення та перспективи. *Вісник аграрної науки (Спец. випуск)*. 2016. С. 81–86.

122. Support Document for Compost Quality Criteria/ CAN/BNQ 0413–200 URL: <http://www.compost.org/compostqualitydoc.pdf>.

123. Waste Manadgmt from pulp and paper production in the European Union. Elsevier / Monte M. C., Fuente E., Blanco A., Nogro C. *Waste Manadgmt*. 2009. Vol. 29. P. 293–308.

124. Shekhar C. Bisht. Wastes from pulp and paper industry as energy source. *Environmental Biotechnology. Biotech Articles* : website. URL: <http://www.biotecharticles.com/Environmental-Biotechnology-Article/Wastes-From-Pulp-and-Paper-Industry-as-Energy-Source-1476.html>.

125. Ресурсний центр ГУРТ. URL: <http://gurt.org.ua/blogs/%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%8F%20%D0%9A%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE/1406/>.

126. Екологічна ситуація у Черкаській області. Державний комітет статистики України. Головне управління статистики у Черкаській області. Черкаси. 2008.

127. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города : уч. пособие / Бабаев В. Н. и др. Харьков : ХНАГХ, 2004. 375 с.

128. Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс : пер. с нем. ; под ред. В. А. Брагинского. Л. : Химия, 1987. 176 с.

129. Клинков А. С., Шашков И. В., Соколов М. В. Оборудование и технология вторичной переработки отходов упаковки : методические указания. Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2007. 56 с.

130. Мантия Ф. Л. Вторичная переработка пластмасс / пер. с англ. ; под ред. Г. Е. Заикова. СПб. : Профессия, 2006. 400 с.

131. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини : монографія. К. : ІВЦ Політехніка, 2009. С. 239–262.

132. Голубев Е. В. Краудсорсинговый проект, как система: необходимые элементы, их взаимосвязь, ограничения и способы преодоления. *Наукoведение* / ФГБОУ ВПО Российский Университет Дружбы Народов. URL: <http://naukovedenie.ru>.

133. Досвід та перспективи використання технологій краудсорсингу у надзвичайних ситуаціях : аналітична записка Національного інституту стратегічних досліджень. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/747/>.

134. Yunjiang, Y., Ziling, Y., Peng, S., Bigui, L., Liangzhong, L. Zhengdong, W., Ruixue, M., Mingdeng X., Hui, L., & Shu, G. (2018). Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*, 236, 382–390 doi: 10.1016/j.envpol.2017.12.094.

135. Han, I., Wee, G. N., No, J. H., & Lee, T. K. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874. doi: 10.1016/j.envpol.2018.05.025.

136. Писаренко П. В., Самойлік М. С., & Молчанова А. В. (2018). Біоіндикаційна оцінка впливу місць видалення відходів на стан навколишнього природного середовища. Вісник Полтавської державної аграрної академії, (1), 88-92. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.15>.
137. Хрутьба В. О. Реформування регіональної системи поводження з відходами на основі європейського досвіду / В.О. Хрутьба, А.Г. Картавий, В.А. Зерук // Вісник НТУ. – №22. – 2011. – с.92-99.
138. Бэйкер Д. Инновация модели бизнеса через «краудсорсинг» с использованием социальных сетевых платформ. *Проблемы управления в социальных системах*. 2012. т. 4. № 6. С. 87–99.
139. Вайсман Я. И., Виндиш Э. Логистический подход в области управления отходами. *Сборник докладов Пятого международного конгресса по управлению отходами и природоохранным технологиям «Вэйст-Тэк-2007»*. М., 2007. С. 23.
140. Белоусов Д. Р. О развитии кризиса российской экономики. *Проблемы прогнозирования*. 2010. № 1. С. 21–38.
141. Майер Э. Контроллинг как система мышления и управления. М. : Финансы и статистика, 1993. 510 с.
142. Малышева Л. А. Контроллинг на предприятии. *Открытые системы*. 2000. № 1–2. С. 68–78.
143. Малышева Л. А. Какой контроллинг нужен предприятиям?, 2002. URL: <http://www.osp.ru/cio/2002/07-08/057.htm> (дата обращения: 14.04.2014).
144. Мухин В. И. Исследование систем управления. М. : Экзамен, 2003. 383 с.
145. Орехов А. М. Методы экономических исследований : учебн. пособие. М. : ИМФРА-М, 2006. 392 с.
146. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. : Радио и связь, 1993. 296 с.
147. Хрутьба В. О., Картавий А. Г. Логістичний підхід до формування місцевих програм поводження з відходами : збірка тез доповідей науково-

практичної конференції, приуроченої 100-річчю Дня народження Юрія Юркевича, 3-4 березня. Надвірна, 2011.

148. Паваліха Н. В. Застосування логістичного підходу з метою управління потоками відходів в регіоні. *Научные труды ДонНТУ. Серия экономическая*. Вып. 75. С. 139–145.

149. Картава О. Ф., Картавий А. Г., Хрутьба В. О. Впровадження методів екологічної логістики в регіональних програмах поводження з відходами. Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк, 2014. Випуск №45 Луцький національний технічний університет, с. 240-244.

150. Картавий А. Г., Шкльода К.М., Хрутьба В.О. Аналіз програми поводження з відходами регіону як об'єкту управління. Вісник НТУ, №20. 2010. С.149-155.

151. Green logistics. Improving the environmental sustainability of logistics / Alan McKinnon, Sharon Cullinane, Michael Browne and Anthony Whiteing, the Chartered Institute of Logistics and Transport , London, 2010, 372 p.

152. Stock J., Speh T., Many happy return. Harvard Business Review, Vol. 80, N 6 (June), 2004, p. 31.

153. Матейчик В. П., Смешек М., Хрутьба В. О. Застосування логістичних підходів в системі поводження з відходами транспортного підприємства. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. К.: НТУ 2011. Вип. 8.

154. Коцюба І. Г., Лико С. М., Лук'янова В. В. Екологічна логістика накопичення твердих побутових відходів міста Житомира. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. Науково-технічний збірник. К. : НТУ, 2017. Вип. 1 (37).

155. Абрамов Н. Ф., Архипов С. В. Отходы мегаполиса: морфологический и фракционный состав. *ТБО*, 2009. Вып. 9. С. 42–45.

156. Журкович В. В., Сергеева В. Г., Язев Н. Я. Комплексная система сбора и транспортировки твёрдых бытовых отходов в Санкт-Петербурге. *Чистый город*. 1999. № 3, июль–сентябрь. С. 25–30.

157. Хрутьба В.О. Впровадження реверсивної екологічної логістики для вирішення проблеми управління відходами: зб.тез доповідей наук.-практ. конф., 3-4 бер.2011 р., м.Надвірна / М-во освіти і науки України, Національний транспортний університет. – 2011. – С.9-10

158. Гончарова М. А. Инновационная технология управления социально-экономическим развитием региона: краудсорсинг. *Регион: системы, экономика, управление*. 2012. № 4. С. 102–104.

159. Косенко О. П., Старицька Н. Ю. Краудсорсинг – новий метод сучасних маркетингових технологій. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія Технічний прогрес та ефективність виробництва*. 2013. № 67 (2). С. 93–98.

160. Кораблинова И. А. Краудсорсинг в деятельности современных компаний: теоретико-методологический аспект. *Universum. Серія Экономика и юриспруденция*. 2014. № 1 (2).

161. Марченко О. С. Краудсорсингові технології управління знаннями інноваційної фірми. *Вісник Національного університету «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого»*. 2013. № 2 (13). С. 276–278.

162. Полутин С. В., А. В. Седлецкий Краудсорсинг как механизм активизации инновационного потенциала общества. *Интеграция образования*. 2012. № 3. С. 68–74.

163. Трусевич И. В., Трусевич И. П. Краудсорсинг в разработке ИКТ-проекта по формированию перспективного резерва кадров. *Инновационные образовательные технологии*. 2011. № 4. С. 24–28.

164. Усманов Б. Ф. Краудсорсинг: инновационные технологии для местной инициативы. *Знание. Понимание. Умение*. 2013. № 3. С. 80–85.

165. Шевчук О. Ю. Вплив сучасних маркетингових Інтернет-технологій (краудсорсинг) на розвиток бізнесу : зб. наук. праць / Таврійський державний агротехнологічний ун-т. 2013. № 2 (5). С. 282–287.

166. Химич І. Краудсорсинг – сучасна фінансово-маркетингова стратегія підприємства. *Соціально-економічні проблеми і держава*. 2014. Вип. 1 (10). С. 242–249 URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2014/14kihmsp.pdf>.

167. Полтораки К. А., Зозульов О. В. Застосування крауд-технологій в маркетинговій діяльності підприємств. *Економічний вісник НТУУ “КПІ”*. 2014. № 1. С. 422–430.

168. Real-Time Task Assignment in Hyper-Local Spatial Crowdsourcing under Budget Constraints / To H., Fan L., Tran L., Shahabi C. URL: <http://www.cs.usc.edu/assets/007/97707.pdf>.

169. Карий О. І., Панас Я. В. Краудсорсинг як інструмент менеджменту: приклади вирішення місцевих проблем. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія Проблеми економіки та управління*. 2016. № 847. С. 213–219.

170. Глушенкова А. А. Розвиток складових інноваційного потенціалу підприємств сфери телекомунікацій та інформатизації за рахунок впровадження краудсорсингу. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2017. № 1 (19). С. 73–80.

171. Андреева Н. М., Козловцева В. А. Краудсорсингова платформа в системі екологічного управління підприємствами агропромислового комплексу України. *Економічні інновації*. 2014. № 58. С. 18–27.

172. Голка В. Є. Громадсько-політичний краудсорсинг і краудфандинг як новітні форми політичного активізму : дис. ... канд. політ. наук : 23.00.02 / Одеса : Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К. Д. Ушинського, 2016. 19с.

173. Gamepedia. URL: https://eco.gamepedia.com/Eco_Wiki.

174. *Maraquia* : website. URL: <https://www.maraquia.com/ru/>.

175. Коцюба І. Г., Хрутьба В. О. Методологія екологічного краудсорсингу у сфері поводження з відходами. *Науковово-практичний журнал «Екологічні науки»*. 2019. Вип. 2-25. С. 203-205.

176. Будьмо чистими – чотири сучасні програми для урядів, підприємств та людей. URL: <http://letsdoitworld.org/>.

177. Краудсорсинг: информационные технологии на службе экологии.
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24256442>
178. URL: <http://fires.rynda.org/>.
179. URL: <http://www.recyclemap.ru>.
180. URL: <http://together.ru/ogon>.
181. Интерактивная карта. URL: <https://ecomapa.gov.ua/>.
182. URL: <http://greenhunter.ru>.
183. URL: <http://www.ecofront.ru/>.
184. Сервис восстановления лесов. URL: <https://posadiles.ru/>.
185. «ЕкоМапа» – краудсорсинг-инициатива WWF по улучшению состояния природы в Украине. URL: <https://itc.ua/news/ekomapa-kraudsorsing-initsiativa-wwf-po-uluchsheniyu-sostoyaniya-prirodyi-v-ukraine/>.
186. Екошкола. URL: <http://ecoschool.org.ua/>.
187. *Letsdoit* : website. URL: <https://letsdoitukraine.org/>.
188. *Rozetka* : website. URL: <https://posadiderevo.rozetka.com.ua/>.
189. Анфілатов В. С., Ємельянов А. А., Кукушкін А. Л. Системний аналіз в управлінні. Москва : Фінанси і статистика, 2002. 368 с.
190. Воронин П. М., Павленков М. Н. Организационно-экономические проблемы и направления утилизации отходов. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2013. № 3-3. С. 188–192.
191. Воронин П. М., Павленков М. Н. Управление сферой обращения твердых бытовых отходов муниципального образования. Москва : ОАО «ИТКОР», 2016. 164 с.
192. Алесинская Т. В. Основы логистики. Общие вопросы логистического управления. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. 121 с.
193. Хрутьба В. О. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі : Монографія. К. : НТУ, 2013. 192 с.
194. Одрин В. М., Картавов С. С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических матриц. К. : Наукова думка. 1977. 183 с.

195. Ольшанська О. В. Регіональна економіка : навч. посіб. Ніжин : Видавництва КНЕУ, 2009. 70с. Електронний аналог друк. вид. : режим доступу: http://studbook.com.ua/book_regonalna-ekonomka.-teksti-lekcij-onlajn-chastina-3_694/21_vidavnictvo.

196. Bonett D. G., Wright T. A. Sample size requirements for Pearson, Kendall, and Spearman correlations [online] / D. G. Bonett, T. A. Wright. Springer International Publishing AG: Psychometrika, 2000. Vol. 65, No.1. Pp. 23–28. Available from : <http://link.springer.com/journal/11336/65/1>

197. Waste statistics : Eurostat: Statistics Explained. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics.

198. Фесіна Ю. Г. Оптимізація логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами. *Науковий журнал «Логістика: теорія та практика» Луцького національного технічного університету*. Луцьк, 2011. № 1. С. 110–126.

199. Павлов В. І., Павліха Н. В., Скороход І. С. Ефективність використання вторинних ресурсів у регіоні: оцінка та інноваційні механізми : монографія / відп. ред. В. І. Павлов. Рівне : НУВГП, 2007. 155 с.

200. Сіренко І. В. Управління матеріальними потоками промислового підприємства на основі логістичного підходу : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. економ. наук зі спеціальності : 08.06.01 – Економіка підприємства та організація виробництва. Технологічний університет Поділля. Хмельницький, 2001. 19 с.

201. Різник В. В. Синтез оптимальних комбінаторних систем. Львів : Вища школа, 1989. 168 с.

202. Гламаздин Е. С., Новиков Д. А., Цветков А. В. Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели. М. : ИПУ РАН, 2003. 159 с.

203. Кігель В.Р. Оптимізація логістичних рішень: Навчальний посібник для студентів спеціальності "Логістика". К.: Університет економіки та права "КРОК", 2007. 136 с.

204. Твердые бытовые отходы. Определение морфологического состава гравиметрическим методом. ПНДФ 16.3.55-08. МОСКВА 2008 г. 9 с.

205. Кузьменкова А.М., Арзамасова З.А., Н.Ф. Гуляев К методике определения состава и свойств твердых бытовых отходов и их прогнозирование//В сбор. научн. тр.: Охрана пригородных зон от бытового мусора. М.: ОНТИ АКХ, 1977. Вып.144. С. 12-14.

206. Методика исследования свойств твердых бытовых отбросов/Под общей ред. Гуляева Н.Ф. М.: Стройиздат, 1970. 143 с.

207. Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України 16.02.2010 № 39.

208. Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблений та утилізації комунальних відходів : наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України 07.06.2010. № 176. К., 2010. 18 с.

209. Кузьменкова А.М., Арзамасова З.А., Н.Ф. Гуляев К методике определения состава и свойств твердых бытовых отходов и их прогнозирование. В сбор. научн. тр.: Охрана пригородных зон от бытового мусора. М.: ОНТИ АКХ, 1977. Вып.144. С. 12-14.

210. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”. Житомир : ЖДТУ, 2017. 147 с. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/12/2017-stalyj-rozvytok-n.pdf>.

211. Новиков Ю.В., Ласточкина К.С., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина,1990. 400 с.

212. Kollikkathara, N., H. Feng D. Yu «A system dynamic modeling approach for evaluating municipal solid waste generation landfill capacity and related cost management issues», *Waste Management*, 2010. Vol. 30, pp. 2194–2203.

213. Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск : Карельський научний центр, РАН, 2009. 84 с.

214. ДБН В.2.4-2-2005. «Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування». *Державні будівельні норми України*. URL: <http://www.stroynote.com.ua/construction-regulations/document-395.html>

215. Унифицированные методы анализа вод / под ред. д.х.н. Ю.Ю. Лурье. М.: Химия, 1973. 376 с.

216. Корнеєнко С.В. К Дослідження складу, фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів: навчальний посібник /С.В. Корнеєнко/ [Електронний ресурс]. К., 2016. 217 с. Режим доступу: geol.univ@kiev.ua

217. ГОСТ 26424-85. Почвы. Методы определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. М., 1986.

218. Санитарные правила по сбору, хранению, транспортировке и первичной обработке вторсырья : СанПиН 2524-82. Минздрав СССР, 22.01.82.

219. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых промышленных отходов. М. : Минздрав, 1977.

220. Санитарные правила устройства и содержания полигонов для твердых бытовых отходов № 2811-83. Утверждены Приказом Главного врача Министерства охраны здоровья СССР от 16 мая 1983 г. : *Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних та протиепідемічних питань*. К. : Головне санітарно-епідеміологічне управління МОЗ України, 1997. Т. 2. С. 132–141.

221. СанПиН 42-128-4690-88. «Санитарные правила содержания территорий населенных мест». 1988

222. Методика розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами. [Чинний від 10-01-2006] : наказ Міністерства будівництва і архітектури. К., 2006. 21 с.

223. «Правила експлуатації полігонів побутових відходів» від 01.12.2010 : наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України. № 435. URL: <http://zakon4.rada.gov.Ua/laws/show/z1307-10>

224. Подчашинський Ю.О. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Дослідження фільтраційних вод звалища твердих комунальних відходів м. Житомира. *Вісник*

Інженерної академії України: теорет. і наук.- практ. часоп.. Київ : Інж. акад. України, 2016. № 3. С.90-95.

225. Писаренко П. В., Самойлік М. С., & Молчанова А. В. (2018). Біоіндикаційна оцінка впливу місць видалення відходів на стан навколишнього природного середовища. Вісник Полтавської державної аграрної академії, (1), 88-92. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.15>

226. Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. т. XI-XIII. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 320 с.

227. Моделирование биогеоценологических процессов. М.: Наука. 1981.

228. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. К.: Либідь, 2003. 208 с.

229. Литвин В.А. Многокритериальная автоматизированная система моделирования эффективных атмосферноохранных отражений. М.: Гидрометеиздат, 1988. 228 с.

230. Богобоящий В.В., Чурбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 216 с.

231. Гладкий А.В., Скопецкий В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. К.: Видав. „Політехніка”, ТОВ „Фірма „Періодика”, 2005. 152 с.

232. Математичне моделювання в геоекології : Навчальний посібник (електронна версія). К.: ВПЦ "Київський університет", 2003. 233 с.

233. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. Суми : Сумський державний університет, 2015. 330 с.

234. Лавров В. В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). *Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України*. За заг. ред. О. В. Дудкіна. Київ : Хімджест, 2003. С. 156–273.

235. Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии: монография. М. : Ин-т компьютер. исслед., 2003. 183 с.
236. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7:.. СПб.: ВАС, 2014. 432 с.
237. Скаткова Н. А., Воронин Д. Ю., Ткаченко К. С. Дискриминационный анализ систем имитационного моделирования с использованием версионно-модельной избыточности: Статья. Радиоэлектронные компьютерные системы, 2010, № 7 (48)
238. Боев В. Д. Концептуальное проектирование систем в AnyLogic 7 и GPSS World. ИНТУИТ.ru, 2013, 513 с. 21
239. Девятков В. В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: Монография. М.: Вузовский учебник: ИНФРАМ, 2013. - 448 с. ISBN 978-5-9558-0338-8.
240. Екологічний паспорт Житомирської області. Управління екології та природних ресурсів, 2018. 143 с.
241. Костриця М. Ю. Житомир: Підручна книжка з краєзнавства. Житомир, 2007.
242. Костриця М. Ю. Рідний край – Житомирщина. Київ : Мапа, 2005. 160 с.
243. Статистичний збірник "Чисельність наявного населення України на 1 січня 2018 року". Державна служба статистики України. Київ : видавництво "Консультант", 2019. 111 с.
244. Головне управління статистики в Житомирській області URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/>
245. Ільченко А. В., Коцюба І. Г. Підвищення ефективності керування процесів перевезення твердих комунальних відходів міста Житомира. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 2. С. 150–153. URL: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/150.pdf>
246. Коцюба І. Г., Іванська М. Ю., Носик О. В. Обсяги накопичення комунальних відходів у місті Житомирі. *Тези Всеукраїнської науково-практичної*

on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвяченої Дню науки. Житомир: ЖДТУ. 2018. С. 230.

247. Коцюба І. Г. Математичне прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів у місті Житомирі. *Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково-виробничий фаховий журнал*. Полтава, 2014. Вип. №1 (72). С. 102-105.

248. Луньова О. В. Основні термічні технології переробки твердих побутових відходів. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. : Хімія і хімічна технологія*. 2011. Вип. 17. С. 143-152.

249. Управління та поводження з відходами.. Тверді побутові відходи : навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2015. 100 с.

250. Мальований М. С., Мянєвська М. Б., Бахарєв В. С. Склад та потенційні запаси вторинної сировини в твердих побутових відходах міста Житомира. *Екологічна безпека*. 2013. Вип. 1. С. 83-88.

251. Ільченко А. В., Коцюба І. Г. Використання програмного забезпечення з метою оптимізації системи поводження з твердими відходами міста Житомира. *Екологічна безпека*. Кременчук, 2010. Вип. № 1 (9).

252. Методичними рекомендаціями з визначення морфологічного складу твердих комунальних відходів : наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України 07.06.2010. № 176. К., 2010. 18 с.

253. Коцюба І. Г. Дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів Житомирського району. *Тези міжвузівської науково-практичної конференції студентів аспірантів і молодих учених "Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції"*, 28 травня 2015 р. Житомир: ЖДТУ, 2015. С. 38.

254. Коцюба І. Г., Резанко М. О. Дослідження змін морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира / *Тези XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології"*. Житомир: ЖДТУ, 2017. С. 27.

255. Коцюба І. Г., Іванська М. Ю., Носик О. В. Дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира / *Тези XIV Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології”*. Житомир: ЖДТУ, 2018. С. 26.
256. Коцюба І. Г. Прогнозування сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки*. Маріуполь, 2016. Вип. 33. С. 213–222.
257. Коцюба І. Г. Дослідження сезонної зміни морфологічного складу твердих побутових відходів міста Житомира. *Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць*. Рівне: НУВГП, 2016. Вип. 3(75). С. 300-307.
258. Коцюба І. Г, Стріха В. А, Давидова І. В. Дослідження сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць*. Рівне : НУВГП, 2016. Вип. 4(76). С. 312-319.
259. Коцюба І. Г., Лико С. М., Лефтер Ю. О. Дослідження обсягу накопичення та морфологічного складу твердих комунальних відходів міського звалища. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки*. Маріуполь, 2017. Вип. 35. С. 271-277.
260. Коцюба І. Г., Подчашинський Ю. О., Скрипніченко С. В. Дослідження фізико-хімічних властивостей фільтраційних вод звалища твердих побутових відходів м. Житомира. *Вісник Інженерної академії України: теорет. і наук.–практ. часоп. / Інж. акад. України*. Київ, 2016. № 4. С.90-95.
261. Коцюба І. Г. Аналіз забруднення ґрунтів навколо міського сміттєзвалища міста Житомира. *Збірник наукових праць “Вісник ЧДТУ. Серія: Технічні науки”*. Черкаси, 2016. № 3. С.90-94.
262. Коцюба І. Г. Аналіз забруднення ґрунтів навколо міського сміттєзвалища міста Житомира. *Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології”*. Житомир: ЖДТУ, 2016. С.43.

263. Коцюба І. Г., Радченко О. А., Коробійчук А. О. Дослідження сучасного стану забруднення вод гідрографічного мережі Житомирського району. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*. Київ, 2014. Вип. №6. С. 112-116.

264. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Автоматизована система контролю параметрів розвитку фітопланктону у водоймах. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки*. 2016. № 3 (78). С. 143-149.

265. Коцюба І. Г. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки водних об'єктів Житомирської області. *Збірник статей науково–практичної конференції. Вода: проблеми та шляхи вирішення*. Рівне. 2016. С.125–128.

266. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки річки Уж у межах Житомирської області. *Вісник Кам'янець–Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Екологія*. Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. Випуск 2. С. 71–82.

267. Kotsiuba I. G., Skyba G.V., Skuratovskaya I. A., S. M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*. Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207.

268. Issam A. Al-Khatib , Derar Eleyan, and Joy Garfield A System Dynamics Model to Predict Municipal Waste Generation and Management Costs in Developing Areas.

269. Згуровский М.З., Скопецкий В.В., Хрущ В.К., Беляев Н.М. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. Киев: Наук. думка, 1997. 365 с.

270. Guneralp, B., Barlas, Y. “Dynamic modeling of a shallow freshwater lake for ecological and economic sustainability,” *Ecological Modeling*, 2003.Vol. 167. pp. 115–138.

271. Guo H.C., Liu L., Huang G.H., Fuller G.A., Zou R., Yin Y.Y. “A system dynamics approach for regional environmental planning and management: A study for

the Lake Erhai Basin, *Journal of Environmental Management*, 2001.Vol. 61, pp. 93–111.

272. Forrester J. W. Counterintuitive behavior of social systems // *Technology Review* 1971. 73(3). P. 52–68.

273. Kollikkathara, N., H. Feng D. Yu «A system dynamic modeling approach for evaluating municipal solid waste generation landfill capacity and related cost management issues», *Waste Management*, 2010. Vol. 30, pp. 2194–2203.

274. Minegishi, S., Thiel D., (2000) “System dynamics modeling and simulation of a particular food supply chain Simulation,” *Practice and Theory*, 2000. Vol. 8, pp. 321–339.

275. Шомко О.М., Назаренко О.П., Коцюба І.Г., Катков М.В. Моделювання системи поводження з твердими комунальними відходами Житомирської області. Еколого-енергетичні проблеми сучасності. *Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів*. Одеса, 25 квітня 2019 р. Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2019. С.16-18.

276. Коцюба І. Г., Подчашинський Ю. О., Лико С. М., Лук'янова С. М. Математичне моделювання та прогнозування обсягів накопичення твердих комунальних відходів міста. *Науково–технічний збірник “Вісник Національного транспортного університету”*. Київ, 2017 року. Вип. № 2/2017. С.34-41.

277. Коцюба І. Г. Прогнозування обсягу накопичення твердих комунальних відходів. *Вісник Кам'янець–Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Екологія*. Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. Випуск 1. С. 119-129.

278. Коцюба І. Г., Храмцова А. М. Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі *Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки. Том 1. Промислова екологія*. Житомир: ЖДТУ. 2017. С. 40.

279. Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Горячая линия - Телеком, 2008. — 392 с.)

280. STATISTICA Automated Neural Networks Автоматизированные нейронные сети http://statsoft.ru/products/STATISTICA_Neural_Networks/.

281. AnyLogic для моделирования <https://www.anylogic.ru/>

282. AnyLogic Программная платформа для имитационного моделирования <https://nfp2b.ru/products/anylogic/>

283. Борщев А. В., Карпов Ю. Г. Профессиональный инструмент имитационного моделирования ANYLOGIC ИММОД-2003 Теория имитационного моделирования- 64-68 <http://simulation.su/uploads/files/default/immod-2003-1-64-68.pdf>.

284. Math modeling and analysis of the impact of municipal solid waste landfill leachate on the environment / I. Kotsiuba, Y. Podchashinskiy, T. Yelnikova. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Т. 1. №. 10 (85). С. 4-10.

285. Computational dynamics of municipal wastes generation in Zhytomyr city / I. Kotsiuba, S.Lyko, V.Lukianova, Y.Anpilova *Збірник наукових праць: Екологічна безпека та природокористування*. № 1(25), 2018. С. 33-44.

286. Khrutba V., Morozova T., Kotsiuba I., Shamrai V. (2021) Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1265. Springer, p. 24-35.

287. Коцюба І. Г., Матвійчук О. Р. Екологічна логістика системи поводження твердих побутових відходів. *Тези XI-ої Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології та геотехнологій»*, 15 травня 2015 р. Житомир: ЖДТУ. 2015. С. 56–57.

288. Коцюба І. Г., Лико С. М. Екологічна безпека комунальних відходів Житомирщини. *Scientific Journal «Science Rise»*. №8(49), 2018. С. 50-53. (зарубіжне видання).

289. Хрутьба В. О. Основи управління проєктами і програмами поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі : Монографія. К. : НТУ, 2013. 192 с.

290. Податковий кодекс України [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. 2016. Електронний аналог друк. вид. : режим доступу: <http://urist-ua.net>.

291. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті Наказ Міністерства транспорту України 10.02.1998 № 43 <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98#Text>.

292. Наказ «Правила ЄЕК ООН N 49 «Єдині технічні приписи, що підлягають прийняттю заходів по обмеженню викидів забруднюючих газоподібних речовин і твердих частинок з двигунів із запалюванням від стиснення, призначених для використання на транспортних засобах, а також викидів забруднюючих газоподібних речовин з двигунів з примусовим запалюванням, які працюють на природному газі або зрідженому нафтовому газі і призначених для використання на транспортних засобах» № 361 від 04.06.2002 : Міністерство транспорту України. Київ, 2010. 147с. Електронний аналог друк. вид. : режим доступу: <http://mtu.gov.ua/content/sertifikaciya-transportnih-zasobiv--ihnih-skladovih-zapasnih-chastin-ta-obladnannya.html>.

293. Ківушин Є.А., Лефтер Ю.О., Коцюба І.Г. Основи краудсорсинга поводження з відходами. Тези *Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції»*, 7 листопада 2019 року. Житомир: «Житомирська політехніка». 2019. с.125.

294. Бугров А. В., Леметти Ю. А. Краудсорсинговая модель трансферта принципів устійчивого розвитку в механізм організації науково-исследовательской роботи студентів аграрного вуза. *Современные проблемы*

науки и образования. 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16082>.

295. Коцюба І.Г., Лефтер Ю.О. Методологічні основи краудсорсинга для управління системою поводження з відходами. Тези XV Всеукраїнської наукової *on-line* конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 28 березня 2019 р. Житомир: ЖДТУ, 2019. С. 73-74.

296. К чему еще приведет введение экологического стандарта Евро-6. [Електронний ресурс] // За рулём. 2015. Режим доступу: <http://www.zr.ru/content/articles/808680-smert-dizelya-k-chemu-eshhe-privedet-vvedenie-ekologicheskogo-standarta-evro-6/>.

297. Sustainability report 2015 DAF trucks N.V. [Electronic resourc] // DAF. 2015. Access mode : <http://www.daf.com/about-daf/daf-trucks-nv/environment>.

298. <https://www.scania.com/ua/uk/home/products-and-services/used-vehicles.html>.

299. Наказ «Правила ЄЕК ООН N 49 «Єдині технічні приписи, що підлягають прийняттю заходів по обмеженню викидів забруднюючих газоподібних речовин і твердих частинок з двигунів із запалюванням від стиснення, призначених для використання на транспортних засобах, а також викидів забруднюючих газоподібних речовин з двигунів з примусовим запалюванням, які працюють на природному газі або зрідженому нафтовому газі і призначених для використання на транспортних засобах» № 361 від 04.06.2002 : Міністерство транспорту України. Київ, 2010. 147с.

300. Коцюба І. Г., Хрутьба В. О. Методологія екологічного краудсорсингу у сфері поводження з відходами. *Науковово-практичний журнал "Екологічні науки"*. 2019. Вип. 2-25. С. 203-205.

ДОДАТКИ



МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
(Мінекономрозвитку України)

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, тел. 253-93-94, факс 226-31-81
Web: <http://www.me.gov.ua>, e-mail: meconomy@me.gov.ua, код ЄДРПОУ 37508596

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України розглянуло заяву **Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005**

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від 20.03.2018 № 78913

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське право на службовий твір **Комп'ютерна програма "Municipal waste counter (MWC)"; Євдокимов Віктор Валерійович, Коцюба Ірина Григорівна, Морозов Андрій Васильович, Левківський Віталій Леонідович; Житомирський державний технологічний університет**

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Управлінням державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не проводиться.

**Державний секретар
Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України**

М.П.



О. Ю. Перевезенцев



МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
(Мінекономрозвитку України)

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, тел. 253-93-94, факс 226-31-81
Web: <http://www.me.gov.ua>, e-mail: meconomy@me.gov.ua, код ЄДРПОУ 37508596

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України розглянуло заяву
Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103,
м. Житомир, 10005

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від 04.09.2018 № 83358

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське
право на службовий твір **Брошура "Побутові відходи. Сортуй, заощаджуй, заробляй";**
Коцюба Ірина Григорівна, Давидова Ірина Володимирівна, Корбут Марія Броніславівна;
Житомирський державний технологічний університет

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видачу свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Управлінням державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не проводиться.

Державний секретар
Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України



О. Ю. Перевезенцев



**МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
(Мінекономрозвитку України)**

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, тел. 253-93-94, факс 226-31-81
Web: <http://www.me.gov.ua>, e-mail: meconomy@me.gov.ua, код ЄДРПОУ 37508596

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України розглянуло заяву **Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005**

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від **28.11.2018** № **85587**

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське право на службовий твір **Навчальний посібник "Екологічна експертиза"; Коцюба Ірина Григорівна, Єльнікова Тетяна Олександрівна, Шлапак Володимир Олександрович; Житомирський державний технологічний університет**

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Управлінням державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не проводиться.

**Державний секретар
Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України**

М.П.



О. Ю. Перевезенцев



МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
(Мінекономрозвитку України)

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, тел. 253-93-94, факс 226-31-81
Web: <http://www.me.gov.ua>, e-mail: meconomy@me.gov.ua, код ЄДРПОУ 37508596

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України розглянуло заяву **Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005**

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від 25.03.2019 № 88602

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське право на службовий твір **Комп'ютерна програма "Візуалізація екологічного стану водних об'єктів"; Коцюба Ірина Григорівна, Єльнікова Тетяна Олександрівна, Лико Сергій Михайлович, Левківський Віталій Леонідович; Коцюба Ірина Григорівна, Єльнікова Тетяна Олександрівна, Лико Сергій Михайлович, Левківський Віталій Леонідович, Житомирський державний технологічний університет**

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не проводиться.

Державний секретар
Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України



О. Ю. Перевезенцев



**МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
(Мінекономрозвитку)**

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, тел. (044) 253-93-94, факс (044) 253-63-71
Web: <http://www.me.gov.ua>, e-mail: meconomy@me.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 37508596

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України розглянуло заяву
**Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м.
Житомир, 10005**

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від 16.05.2019 № 90861

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське право на службовий твір Літературний письмовий твір "Блок-схема алгоритму програми "Municipal waste counter (MWC)"; Євдокимов Віктор Валерійович, Коцюба Ірина Григорівна, Морозов Андрій Васильович, Левківський Віталій Леонідович; **Житомирський державний технологічний університет**

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Управлінням державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не проводиться.

**Державний секретар
Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України**



О. Ю. Перевезенцев

УКРАЇНА



СВІДОЦТВО
про реєстрацію авторського права на твір

№ 89577

Літературний письмовий твір "Блок-схема алгоритму програми "Municipal waste counter (MWC)"

(вид, назва службового твору)

Автор(и) **Євдокимов Віктор Валерійович, Коцюба Ірина Григорівна, Морозов Андрій Васильович, Левківський Віталій Леонідович**

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать **Євдокимов Віктор Валерійович, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Коцюба Ірина Григорівна, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Морозов Андрій Васильович, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Левківський Віталій Леонідович, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005**

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 07.06.2019



Державний секретар Міністерства економічного розвитку і торгівлі України **О. Ю. Перевезенцев**

ПК «Україна». Зам. 19-2001. 2019 р. 1 кб.



МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
(Мінекономрозвитку України)

вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, тел. 253-93-94, факс 226-31-81
Web: <http://www.me.gov.ua>, e-mail: meconomy@me.gov.ua, код ЄДРПОУ 37508596

Р І Ш Е Н Н Я

ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України розглянуло заяву
Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м.
Житомир, 10005

(повне ім'я фізичної або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

заявка від 20.03.2018 № 79341

про реєстрацію авторського права на твір і прийняло рішення зареєструвати авторське право на службовий твір Стаття "Math modeling and analysis of leachate municipal solid waste landfill leachate on the environment"; Подчашинський Юрій Олександрович, Коцюба Ірина Григорівна, Сльнікова Тетяна Олександрівна; Житомирський державний технологічний університет

(вид, повна, скорочена (за наявності) назва твору, повне ім'я, псевдонім (за наявності) автора (ів), повна офіційна назва роботодавця)

Внесення відомостей до Державного реєстру свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір та видача свідоцтва будуть здійснені за умови сплати збору за оформлення і видачу свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір відповідно до п.3 постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 року № 1756 "Про державну реєстрацію авторського права і договорів, які стосуються права на твір".

Якщо протягом трьох місяців від дати одержання заявником рішення про реєстрацію авторського права на твір Управління державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не одержало документ про сплату збору за оформлення і видачу свідоцтва у розмірі та порядку, визначених законодавством, або копію документа, що підтверджує право на звільнення від сплати зазначеного збору, заявка вважається відхиленою і реєстрація авторського права та публікація відомостей про реєстрацію Управлінням державних реєстрацій Департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України не проводиться.

Державний секретар
Міністерства економічного розвитку
і торгівлі України

М.П.



О. Ю. Перевезенцев

УКРАЇНА



СВІДОЦТВО
про реєстрацію авторського права на твір

№ 78562

Стаття "Math modeling and analysis of leachate municipal solid waste landfill leachate on the environment"

(вид, назва службового твору)

Автор(и) Подчашинський Юрій Олександрович, Коцюба Ірина Григорівна, Єльнікова Тетяна Олександрівна

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать **Подчашинський Юрій Олександрович, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Коцюба Ірина Григорівна, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Єльнікова Тетяна Олександрівна, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005; Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005**

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 25.04.2018



Державний секретар Міністерства економічного розвитку і торгівлі України О. Ю. Перевезенцев

ПК «Україна». Зам. 17-2020. 2017 р. IV кв.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
 Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr Polytechnic State University

вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005
 103, Chudnivska Str., Zhytomyr, Ukraine, 10005
 Phone/fax: (0412) 24-14-22, 24-14-23, e-mail: rector@ztu.edu.ua, https://ztu.edu.ua, код ЄДРПОУ 05407870

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВІДПОВІДАЄ ДСТУ ISO 9001:2015
 QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001:2015

Від 10 березня 2020 № 44-23.07/486
 На № _____ від _____

“ЗАТВЕРДЖУЮ”:
 Перший проректор Державного університету
 «Житомирська політехніка»
 д.с.н. проф. Оксана ОЛІЙНИК
 10 березня 2020 р.

ДОВІДКА

про практичне використання в навчальному процесі результатів
 дисертаційної роботи І.Г. Коцюби “Наукові засади формування системи
 управління твердими комунальними відходами об’єднаних
 територіальних громад”

Основні положення та теоретичні обґрунтування дисертаційної роботи здобувача наукового ступеня доктора технічних наук Коцюби І.Г. використовуються викладачами Державного університету “Житомирська політехніка” в навчальній дисципліні “Управління та поводження з відходами”, “Екологічна безпека”, “Менеджмент відходів”, які викладаються студентам освітніх програм “Екологія» та “Технології охорони навколишнього середовища”.

Декан гірничо-екологічного факультету,
 канд.техн.наук, доцент

Володимир КОТЕНКО

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ

ЕКО-МБ
ЕКОЛОГІЯ•МАЙБУТНЄ•БЕЗПЕКА

Адреса: офіс 521, вул. Рильського, 9, м. Житомир, Україна, 10014
UA 76311744000026000060758226 в ПАТ КБ «Приватбанк», МФО 311744
Ідентифікаційний код 37857701

тел. 0 (412) 46-16-60, 0 (412) 46-78-51
факс: 0 (412) 42-56-39
моб. 097-450-93-40, 067-411-06-64
E-mail: EKO-MB@ukr.net, www.eko-mb.com.ua

№ 10/01 від 10.03.2020 р.

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Коцюби Ірини Григорівни

Здобувачем наукового ступеня доктора технічних наук доцентом кафедри екології Державного університету «Житомирська політехніка» Коцюбою Іриною Григорівною за результатами проведеного дослідження щодо наукових засад формування системи управління поводження з твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад розроблено морфологічну модель регіональної програми управління поводженням з відходами, яка дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми сценаріїв виконання місії програми для кожної із зацікавлених сторін, які витікають із закономірностей будови (морфології) регіональної програми поводження з відходами.

Модель включає морфологічну матрицю, яка дозволяє формувати морфологічні формули для кожної зацікавленої сторони програми поводження з відходами (органів державної влади, бізнес-структур та громадських організацій).

Фахівцями ТОВ «ЕКО-МБ» та Коцюбою І. Г. запропоновано використання розробленої морфологічної матриці при розробці екологічної документації. Впровадження в діяльність ТОВ «ЕКО-МБ» сприятиме своєчасному формуванню достовірної та повної інформації щодо регіональної програми поводження з відходами та дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми сценаріїв виконання місії програми для кожної із зацікавлених сторін.

Апробація результатів дослідження І. Г. Коцюби свідчить про їх реальність, екологічну і соціальну значимість, можливість ефективного використання на практиці.

Директор ТОВ "ЕКО-МБ"




Олександр МЕДВІДЬ



ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА ІНСПЕКЦІЯ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА ІНСПЕКЦІЯ
ПОЛІСЬКОГО ОКРУГУ

вул. Л.Качинського, 12а, м. Житомир, 10014, тел./факс: (0412) 42-24-38
e-mail: polissya@dei.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 42163803

від 16.05 2020 р. № 29/05 на № від 20 р.

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Коцюби Ірини Григорівни

Державна екологічна інспекція Поліського регіону підтверджує прийняття до впровадження результатів дисертаційних досліджень КОЦЮБИ Ірини "Наукові засади формування системи управління поводження з твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад" при системі управління твердими комунальними відходами (ТКВ).

Використання результатів дисертаційних досліджень дозволяє: впровадження методів прогнозування обсягу утворення ТКВ, що дозволить враховувати великий обсяг інформації при моделюванні процесу з метою зменшення утворення відходів на несанкціонованих звалищах та можливість отримати об'єктивні дані оцінки морфологічного складу ТКВ по м. Житомиру, які неоднорідні за складом й змінюються як в часі, так і в просторі.

Очікувані результати дисертаційних досліджень Коцюби Ірини, мають практичну цінність і дозволяють визначити експериментальним шляхом морфологічний склад та обсяг накопичення ТПВ м. Житомира.

Запроваджені наукові розробки Ірини Коцюби щодо впровадження наукових засад формування системи управління поводження з твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад в діяльність Державної екологічної інспекції Поліського округу сприяють підвищенню ефективності контролю управління ТКВ.

Апробація результатів дослідження Ірини Коцюби свідчить про їх реальність, екологічну, соціальну та практичну значимість і сприяння запобігання забрудненню довкілля.

В.о. начальника



Євгеній МЕДВЕДОВСЬКИЙ



УКРАЇНА
БІЛОКОРОВИЦЬКА СІЛЬСЬКА РАДА
ОЛЕВСЬКИЙ РАЙОН ЖИТОМИРСЬКА ОБЛАСТЬ

вул. Шевченка, 69 "а" с. Білокорівичі Олевського району Житомирської області, 11055, тел. (04135) 6-39-59
 E-mail: 04343487@mail.gov.ua Код ЄДРПОУ 04343487

вих. № 283 від 09.03.2021 року

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Коцюби Ірини Григорівни

Здобувачем наукового ступеня доктора технічних наук доцентом кафедри екології Державного університету «Житомирська політехніка» Коцюбою Іриною Григорівною за результатами проведеного дослідження щодо наукових засад формування системи управління твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад розроблено науково-методологічні основи впровадження системи сучасного управління твердими комунальними відходами на регіональному рівні для об'єднаних територіальних громад, які враховують інтереси зацікавлених сторін, що створюють передумови підвищення ефективності взаємодії між ними для оптимізації спільних рішень.

Для цього розроблено відповідні концепції, моделі та методи, а саме: системна модель управління ТКВ для Білокорівичької сільської об'єднаної територіальної громади з врахуванням інтересів зацікавлених сторін, концептуальна модель регіональної програми поводження з відходами на основі логістичного підходу; морфологічна модель регіональної програми управління відходами; моделі впливу показників соціально-економічного розвитку ОТГ та області на процеси відходоутворення; моделі змін морфологічного складу твердих комунальних відходів ОТГ.

Впровадження в діяльність об'єднаної територіальної громади сприятиме своєчасному формуванню достовірної та повної інформації щодо регіональної (місцевої) програми поводження з відходами та дозволяє системно досліджувати всі можливі схеми сценаріїв виконання місії програми для кожної із зацікавлених сторін.

Апробація результатів дослідження І.Г. Коцюби свідчить про їх реальність, екологічну і соціальну значимість, можливість ефективного використання на практиці.

Сільський голова



Сергій Коцур
 Сергій КОЦУР



ЖИТОМИРСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ЛІЦЕЙ

ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ

вул. Небесної Сотні, 43, м. Житомир, 10029, тел. (0412) 47-32-74; 47-32-76

E-mail: ztvpu@gmail.com, код ЄДРПОУ 03191526



“ЗАТВЕРДЖУЮ”:

В.о. директора Житомирського професійного ліцею

К.с.ед.н., доц. Олена ДЕРЕВ'ЯНКО

_____ 2021р.

ДОВІДКА

про практичне використання в навчальному процесі результатів дисертаційної роботи Коцюби І.Г. “Наукові засади формування системи управління твердими комунальними відходами об’єднаних територіальних громад”

Основні положення та теоретичні обґрунтування дисертаційної роботи здобувача наукового ступеня доктора технічних наук Коцюби І.Г. використовуються викладачами Житомирського професійного ліцею Житомирської обласної ради в навчальних дисциплінах “Екологія”, “Біологія”, “Географія”, які викладаються здобувачам освіти професій «Електромеханік з ремонту та обслуговування лічильно-обчислювальних машин», «Кухар. Кондитер».

Заступник директора
з навчально-виробничої роботи

Світлана ШАФРАНСЬКА



УКРАЇНА
ЖИТОМИРСЬКА МІСЬКА РАДА

УПРАВЛІННЯ У СПРАВАХ СІМ'Ї, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
10014, м. Житомир, майдан С.П.Корольова, 4/2, тел. 42-01-25.ussms@zt-rada.gov.ua

16.10.2020 № 709

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Коцюби Ірини Григорівни

Здобувачем наукового ступеня доктора технічних наук І. Г. Коцюбою за результатами проведеного дослідження щодо наукових засад формування системи управління твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад і фахівцями Управління у справах сім'ї, молоді та спорту у Житомирській міській раді розроблено та впроваджено у діяльність управління рекомендації з впровадження екокраудпроектів в системі управління відходами, та передбачає визначення, розуміння та формулювання практичної проблеми; накопичення соціальної інформації щодо досвіду вирішення схожих проблем; формування концепту освітнього простору; створення команди модераторів процесу; вибір методу рішення проблеми та способу його реалізації; встановлення контрольних показників, за якими буде досягнуто єдине розуміння критеріїв, що використовуються для досягнення мети; реалізація самого проекту за технологією екокраудсорсингу; оцінка успішності досягнення результату.

Також, на основі проведеного здобувачем дослідження, розроблено рекомендації щодо впровадження краудсорсингу для управління системою поводження з ТКВ в об'єднаних територіальних громадах, що передбачає формування концепції краудсорсингу для вирішення завдань управління поводженням з відходами, побудову моделі екокраудсорсингової платформи для управління системою поводженням з відходами та розробку методу впровадження екокраудпроектів в системі управління поводженням з відходами.

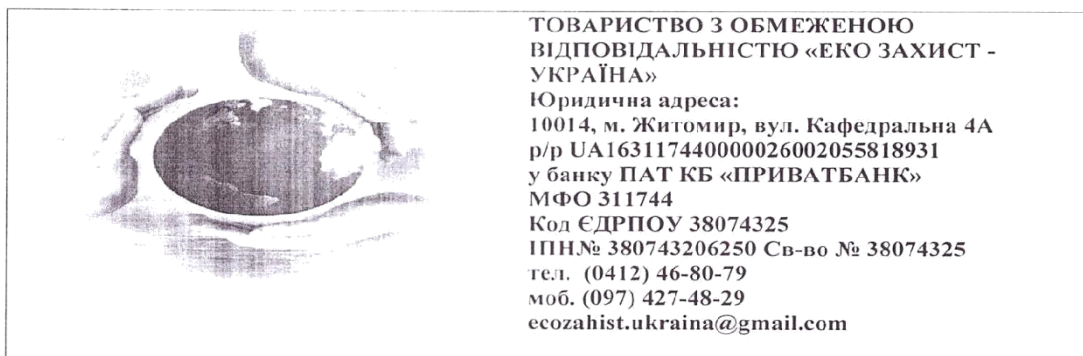
Запроваджені наукові розробки І. Г. Коцюби щодо впровадження наукових засад формування системи управління твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад в діяльність Управління у справах сім'ї, молоді та спорту у Житомирській міській раді сприяють підвищенню екологічної обізнаності населення у сфері управління ТКВ та допомозі при написанні екопроектів.

Апробація результатів дослідження І. Г. Коцюби свідчить про їх реальність, екологічну, соціальну та практичну значимість і сприяння запобігання забрудненню довкілля.

Начальник управління



Ірина КОВАЛЬЧУК



Від « 28 » *зрудня* 2020 р.

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Коцюби Ірини Григорівни

Коцюбою Іриною Григорівною, доцентом кафедри екології Державного університету «Житомирська політехніка», за результатами проведеного дослідження щодо наукових засад формування системи управління твердими комунальними відходами об'єднаних територіальних громад. Розроблена системна модель управління процесом поводження з відходами, що переводить множину якісних та кількісних показників ТКВ (вхідний стан системи $x(s)$) у еколого-економічні показники системи поводження з ТКВ (вихідний $y(s)$) за допомогою множини методів поводження з відходами, які можуть реалізовуватися в ОТГ (керуючі впливи $u(s)$) за умови наявності зовнішніх обмежень $v(s)$ і некерованих впливів $z(s)$, яка на відміну від існуючих, доповнена множиною зацікавлених сторін системи поводження з ТКВ об'єднаних територіальних громад.

Модель дозволяє визначати шляхи управління відходами (попередження утворення, скорочення їх кількості, оптимізації потоків відходів за рахунок відновлення їх цінності, повторного використання, рециклінгу, утилізації та контролю за об'єктами розміщення відходів) для об'єднаних територіальних громад для запобігання шкідливому впливу відходів на довкілля та здоров'я населення.

Фахівцями ТОВ "ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА" та Коцюбою І. Г. запропоновано використання розробленої моделі при запровадженні екологічної документації. Впровадження в діяльність ТОВ "ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА" сприятиме своєчасному формуванню програмного модулю «Municipal waste counter (MWC)», який дозволяє прогнозувати кількість ТКВ, що генеруються населенням ОТГ, визначати основні компоненти відходів. Програмний продукт розроблений за допомогою мови програмування Visual C# 7.0 у середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2017 з використанням програмної платформи .NET Framework 4.5.1.

Апробація результатів дослідження І.Г. Коцюби свідчить про їх реальність, екологічну і соціальну значимість, можливість ефективного використання на практиці.

Директор ТОВ "ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА"



Юрій КОЛЕСНИК