**Державне підприємство Науково-дослідний
та конструкторсько-технологічний інститут
міського господарства**

«Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини»

**в рамках реалізації проекту
«Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород»
(грантова угода NAKOPA – E-UKR.1-20 від 14.11.2020 р.)
(ДК 021:2015 «ДК 021:2015: 90710000-7 – Екологічний менеджмент»)**

Київ – 2023

УДК 628.4
РК 0123U103316

Державне підприємство Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ
Т.в.о. директора ДП «НДКТІ МГ»

_____ М. І. Толюк
«___» _____ 2023 р.

ЗВІТ
за результатами виконання робіт

«Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини»

в рамках реалізації проекту
«Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород»
(грантова угода NAKOPA – E-UKR.1-20 від 14.11.2020 р.)
(ДК 021:2015 «ДК 021:2015: 90710000-7 – Екологічний менеджмент»)

(Договір № 10 від 31.05.2023 р.)

Керівник розробки:
т.в.о. заступника директора,
завідувач відділу благоустрою населених
пунктів та поводження з відходами,
канд. техн. наук І. В. Сатін

Київ – 2023

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Керівник розробки, т.в.о. заступника директора, завідувач відділу благоустрою населених пунктів та поводження з відходами, канд. техн. наук	І. В. Сатін
Завідувачка лабораторії стратегічного планування у сфері санітарного очищення та благоустрою населених пунктів, канд. техн. наук	Т. І. Романова
Завідувачка лабораторії стратегічних досліджень в ЖКГ	О. С. Панченко
Науковий співробітник лабораторії стратегічного планування у сфері санітарного очищення та благоустрою населених пунктів	С. В. Хитрук
Експерт з економіки підприємств	В. І. Бортнічук
Експерт зі стратегічних питань в галузі житлово-комунального господарства, доктор наук з державного управління	І. І. Крилова
Завідувач юридичного сектору	В. А. Фляшовський

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 8
ВСТУП 9
ГЛОСАРІЙ 12
ЧАСТИНА І РОЗРОБКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ (ТЕО) ДЛЯ РОЗДІЛЬНОГО ЗБОРУ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ У М. УЖГОРОД 15
РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ В ПОВОДЖЕННІ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ ТА В УКРАЇНІ 16
1.1 Аналіз міжнародного досвіду поводження з побутовими відходами 16
1.2 Аналіз досвіду в поводженні з побутовими відходами в Україні 20
1.2.1 Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні 20
1.2.2 Впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з побутовими відходами в Україні 20
1.3 Загальний стан поводження з відходами у зарубіжних країнах і в Україні 21
РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРАКТИК РОЗДІЛЬНОГО ЗБИРАННЯ ВІДХОДІВ ТА СПОСОБІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ (ОБРОБЛЕННЯ) ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ 24
2.1 Роздільне збирання відходів 24
2.2 Методи оброблення відходів 25
2.2.1 Компостування біовідходів (біокомпостування) 25
2.2.2 Механіко-біологічне оброблення відходів 30
2.2.3 Спалювання відходів (у шаровій топці) 37
2.2.4 Брикетування 42
2.2.5 Здійснення вибору технології оброблення та підготовки до захоронення відходів 43
РОЗДІЛ ІІІ. АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА (РОЗМІЩЕННЯ) ОБ’ЄКТУ ОБРОБЛЕННЯ (СОРТУВАННЯ) ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ... 45
3.1 Аналіз безпекового підґрунтя реалізації проектів в сфері поводження з відходами 45
3.2 Аналіз ризиків впровадження різних проектів будівництва об’єкту оброблення відходів 46
РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, БУДІВЕЛЬНИХ ТА АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ 49
4.1 Прийнята система збирання побутових відходів в м. Ужгород 49
4.2 Аналіз можливостей/варіантів встановлення майданчиків закритого типу та підземних контейнерів з врахуванням розташування підземних мереж 51
4.2.1 Аналіз типів контейнерних майданчиків 51
4.2.2 Нормативні умови розміщення контейнерних майданчиків 51
4.2.3 Аналіз можливостей/варіантів встановлення контейнерних майданчиків в м. Ужгород 52
Контейнерні майданчики закритого типу 52
Контейнерні майданчики з підземними контейнерами 52
4.3 Розрахунки завантаженості майданчиків з підземними контейнерами 54
4.3.1 Методологія розрахунку обсягів завантаження контейнерних майданчиків 54
4.3.2 Розрахунок обсягів завантаження контейнерних майданчиків 54
4.4 Вивчення можливості реалізації проекту будівництва об’єкту оброблення (сортування) вторинної сировини для м. Ужгород 55
4.4.1 Мультифакторний аналіз різних технологічних варіантів 55
4.4.2 Формування критеріїв для оцінки технології 55
4.4.3 Характеристика основних технологічних альтернатив 56
Альтернатива № 1. Об’єкт термічного оброблення побутових відходів (спалювання) 56
Альтернатива № 2. Комплекс механіко-біологічного оброблення побутових відходів 56
Альтернатива № 3. Сміттєсортувальна лінія 57
Альтернатива № 4. Брикетування 57
Альтернатива № 5. Компостування 57

Альтернатива № 6. Дегазація 57
4.4.4 Визначення найбільш прийнятного варіанту технологічної альтернативи 58
4.5 Матеріально-ресурсний потенціал побутових відходів м. Ужгород 58
4.6 Прогнозування доходів від реалізації вторинної сировини в м. Ужгород 59
4.7 Оцінка рівню доступності тарифу на послуги поводження з побутовими відходами 60
4.8 Технологічні схеми різних варіантів експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини 61
4.8.1 Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення відходів за Варіантом №1 61
Стислий опис технологічного процесу експлуатації комплексу МБО за варіантом №1 61
Оцінка матеріально-ресурсних параметрів комплексу МБО за варіантом №1 61
4.8.2 Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення відходів за Варіантом 2 64
Стислий опис технологічного процесу експлуатації комплексу МБО за Варіантом №2 64
Оцінка матеріально-ресурсних параметрів комплексу МБО за варіантом №2 65
4.8.3 Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення відходів за Варіантом 3 67
Стислий опис технологічного процесу експлуатації комплексу МБО за варіантом №3 67
Оцінка матеріально-ресурсних параметрів комплексу МБО за варіантом № 3 68
4.9 Схема розташування планованих об'єктів і споруд об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини 70
4.9.1 Ділянка для будівництва об'єкту оброблення побутових відходів 70
4.9.2 Плановані об'єкти і споруди об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини 71
Функціональне зонування комплексу МБО 71
Архітектурно-планувальне рішення комплексу МБО 71
Благоустрій та озеленення території 72
Організація поверхневого стоку, водовідведення та водопостачання 73
Системи збору та очищення фільтрату від ПВ 73
4.9.3 Короткий опис основних операцій та характеристик планованих об'єктів і споруд об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини 74
РОЗДІЛ V. ЗВЕДЕНІ КОШТОРИСНІ РОЗРАХУНКИ ВАРТОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА (РОЗМІЩЕННЯ) ОБ'ЄКТУ ОБРОБЛЕННЯ (СОРТУВАННЯ) ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ 75
5.1 Оцінка кошторисної вартості будівництва та основних фінансово-економічних показників комплексу МБО (за варіантом №1) 75
5.2 Оцінка кошторисної вартості будівництва та основних фінансово-економічних показників комплексу МБО (за варіантом №2) 79
5.3 Оцінка кошторисної вартості будівництва та основних фінансово-економічних показників комплексу МБО (за варіантом №3) 83
РОЗДІЛ VI. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ РІЗНИХ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА (РОЗМІЩЕННЯ) ОБ'ЄКТУ ОБРОБЛЕННЯ (СОРТУВАННЯ) ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ М. УЖГОРОД 88
6.1 Опис планованої діяльності 88
6.1.1 Опис місця провадження планованої діяльності 88
6.1.2 Цілі планованої діяльності 88
6.1.3 Опис характеристик діяльності протягом провадження планованої діяльності 89
6.2 Опис поточного стану довкілля (базовий сценарій) та опис його ймовірної зміни без провадження планованої діяльності в межах того, наскільки природні зміни від базового сценарію можуть бути оцінені на основі доступної екологічної інформації та наукових знань 90
6.2.1 Клімат і мікроклімат 90
6.2.2 Геологічне середовище 90
6.2.3 Атмосферне повітря 91
6.2.4 Водні ресурси 93
6.2.5 Стан ґрунтів та деградація земель 95
6.2.6 Утворення та поводження з відходами 96

6.2.7 Опис стану рослинного покриву та тваринного світу ... 97
6.3 Опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності ... 98
6.3.1 Опис стану здоров'я населення ... 99
6.3.2 Опис стану фауни, флори, біорізноманіття ... 99
6.3.3 Опис стану земель (у тому числі вилучення земельних ділянок), стану ґрунтів та геологічного середовища ... 99
6.3.4 Опис стану геологічного середовища ... 99
6.3.5 Опис стану водного середовища ... 100
6.3.6 Опис стану повітря ... 100
6.3.7 Опис кліматичних факторів (у тому числі зміна клімату та викиди парникових газів) ... 101
6.3.8 Опис матеріальних об'єктів, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину, ландшафт ... 101
6.3.9 Опис соціально-економічних умов ... 101
6.4 Опис і оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу, характеру, інтенсивності і складності, ймовірності, очікуваного початку, тривалості, частоти і невідворотності впливу ... 102
6.4.1 Виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності ... 102
6.4.2 Викиди та скиди забруднюючих речовин, шумове, вібраційне, світлове, теплове та радіаційне забруднення, випромінення та інші фактори впливу, а також здійсненням операцій у сфері поводження з відходами ... 102
6.4.3 Ризики для здоров'я людей, об'єктів культурної спадщини та довкілля, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій ... 103
6.4.4 Кумулятивний вплив інших наявних об'єктів, планованої діяльності та об'єктів, щодо яких отримано рішення про провадження планованої діяльності, з урахуванням усіх існуючих екологічних проблем, пов'язаних з територіями, які мають особливе природоохоронне значення, на які може поширитися вплив або на яких може здійснюватися використання природних ресурсів ... 103
6.4.5 Вплив планованої діяльності на клімат, у тому числі характер і масштаби викидів парникових газів, та чутливістю діяльності до зміни клімату ... 104
6.5 Узагальнюючі опис та оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності комплексу МБО ... 104
ВИСНОВКИ ДО ЧАСТИНИ І ... 107
ЧАСТИНА ІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАЙБІЛЬШ ПІДХОДЯЩОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ ПОВОДЖЕННЯ З ОРГАНІЧНИМИ ВІДХОДАМИ, ВІДСОРТОВАНИМИ МІСЬКИМИ ТА КОМЕРЦІЙНИМИ ЗЕЛЕНИМИ ВІДХОДАМИ В М. УЖГОРОД ... 109
РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ 110
1.1 Впровадження системи поводження з біовідходами (міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та іншими відходами, що біологічно розкладаються) ... 110
1.2 Вибір методу оброблення біовідходів ... 111
1.3 Основи процесу компостування біовідходів ... 112
1.3.1 Підготовка біовідходів до компостування ... 112
1.3.2 Управління процесом розкладання біовідходів ... 113
Аерація компостних буртів киснем ... 113
Рівень вологості компостних буртів ... 113
Перевертання/ворошіння компостних буртів ... 113
1.3.3 Рафінування готового компосту ... 114
Просіювання ... 114
Виділення забруднень ... 114
1.3.4 Заходи щодо мінімізації викидів при компостуванні ... 115

Зниження виділення запаху 115
Узгодження рівня шуму 115
Мінімізація викидів мікроорганізмів 116
Збирання і оброблення виділеної рідини 116
Запобігання утворенню газів 116
1.4 Оцінка різних технологій компостування 117
Компостування у тунелях 117
Компостування у накритих буртах 118
Компостування у буртах з аерацією 120
1.5 Рекомендації щодо впровадження в м. Ужгород оброблення біовідходів методом компостування 122
1.6 Аналіз можливості співпраці у сфері поводження з відходами між громадами 123
РОЗДІЛ ІІ. ВИВЧЕННЯ ДОСТУПНИХ МІСЦЬ ДЛЯ ВІДПОВІДНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ В М. УЖГОРОД 127
2.1 Основні умови розташування об’єктів оброблення біовідходів методом компостування 127
2.2 Визначення доступних місць розташування об’єкту оброблення біовідходів методом компостування у м. Ужгород 127
2.2.1 Ділянка для розміщення об’єкту оброблення біовідходів 127
2.2.2 Плановані об’єкти і споруди об’єкту оброблення біовідходів 128
Функціональне зонування 128
Короткий опис характеристик планованих об’єктів і споруд 129
2.3 Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення об’єкту оброблення біовідходів 129
Організація рельєфу та водовідведення поверхневих стічних вод 131
Блочно-модульне обладнання для очищення стічних вод 131
Благоустрій та озеленення 133
Технологічний транспорт та обладнання 133
2.4 Визначення параметрів основних процесів об’єкту оброблення біовідходів методом компостування 135
2.4.1 Формування аераційного режиму у бурті 135
2.4.2 Зберігання готового компосту 136
2.4.3 Порядок визначення пропорцій компонентів для приготування компостної суміші на основі біовідходів 137
2.4.4 Визначення вологоємкості компостної суміші 138
РОЗДІЛ ІІІ. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ В М. УЖГОРОД 140
3.1 Порівняльний фінансовий аналіз можливих варіантів поводження з біовідходами в м. Ужгород 140
3.1.1 Фінансовий аналіз технічного рішення оброблення біовідходів за варіантом 1 140
3.1.2 Фінансовий аналіз технічного рішення оброблення біовідходів за варіантом 2 141
3.1.3 Фінансовий аналіз технічного рішення оброблення біовідходів за варіантом 3 142
3.1.4 Порівняльний фінансовий аналіз різних технічних рішень оброблення біовідходів 143
ВИСНОВКИ ДО ЧАСТИНИ ІІ 146
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ 148
ДОДАТКИ 151
ДОДАТОК А. ВАРІАНТИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ (В Т.Ч. РОЗДІЛЬНО ЗІБРАНОЮ ВТОРИННОЮ СИРОВИНОЮ) В М. УЖГОРОД 152
ДОДАТОК Б. СИСТЕМИ ПІДЗЕМНИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ 156

ДОДАТОК В. ВАРІАНТИ ВСТАНОВЛЕННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ МАЙДАНЧИКІВ З ПІДЗЕМНИМИ КОНТЕЙНЕРАМИ З ВРАХУВАННЯМ РОЗТАШУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ У М. УЖГОРОД..... 157
ДОДАТОК Г. КОМЕРЦІЙНА ПРОПОЗИЦІЯ НА ВЛАШТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ПУНКТІВ ЗБОРУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ (КОНТЕЙНЕРНИХ МАЙДАНЧИКІВ З ПІДЗЕМНИМИ КОНТЕЙНЕРАМИ)..... 163
ДОДАТОК Д. ВАРТІСТЬ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ..... 168
ДОДАТОК Е. ПЛАН КОМПЛЕКСУ МЕХАНІКО-БІОЛОГІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ..... 169
ДОДАТОК Ж. ПЛАН КОМПОСТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ 171

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 172 с., 2 ч., 81 табл., 24 рис., 7 дод., 75 джерел.

ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ВТОРИННА СИРОВИНА, РЕСУРСОЦІННІ КОМПОНЕНТИ, БІОВІДХОДИ, СИСТЕМА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, РОЗДІЛЬНЕ ЗБИРАННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ, СОРТУВАННЯ, МЕХАНІКО-БІОЛОГІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ, КОМПОСТУВАННЯ, КОМПОСТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, БУРТ, АЕРАЦІЯ, ПОЛІГОН ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ПІДЗЕМНІ КОНТЕЙНЕРИ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Надання послуги «Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини» в рамках реалізації проекту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород» (далі – Оцінка) здійснюється на підставі Договору № 10 від 31.05.2023 р. (далі – Договір) між Державним підприємством «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства» (м. Київ) та Управлінням міжнародного співробітництва та інновацій Ужгородської міської ради Закарпатської області. Аналіз виконується в рамках реалізації проекту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород» (грантова угода NAKOPA – E-UKR.1-20 від 14.11.2020 р.), що реалізовується за кошти підтримки з бюджету Федерального міністерства економічної співпраці та розвитку Німеччини.

Оцінка проводиться з урахуванням європейських підходів з питань управління відходами, що базуються на положеннях європейських директив щодо поводження з відходами, а також на положеннях вітчизняного законодавства, їх оновленнях та модифікаціях.

Метою проекту є оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) системи для роздільного збору в м. Ужгород на інноваційних засадах, впровадження стратегічного планування, що передбачатиме виконання ряду заходів, спрямованих на реформування та удосконалення системи управління відходами в місті, вибір оптимальної системи поводження з відходами (визначення інфраструктури для збирання, роздільного збирання, перероблення, оброблення та видалення відходів; наведення інформації про заплановані технології та методи управління відходами) та практичні заходи, що необхідні для впровадження технічних можливостей, фінансового аналізу та обґрунтування системи роздільного збору.

Реалізація проекту відповідає «Стратегії розвитку міста Ужгород-2030», затвердженої рішенням сесії №1382 від 18.01.2019 р.

Умови одержання звіту: за дог. № 10 від 31.05.2023 р. ДП «НДКТІ МГ», м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35.

ВСТУП

Засади та принципи, на яких проводиться ТЕО

«Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини» (далі – Оцінка) виконується в рамках реалізації проєкту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород» та проводиться з урахуванням європейських підходів з питань управління відходами, що базуються на положеннях європейських директив щодо поводження з відходами, а також на положеннях вітчизняного законодавства, їх оновленнях та модифікаціях:

Рамкової Директиви № 2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року «Про відходи та скасування деяких директив»;

Директиви Ради № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року «Про захоронення відходів»;

Директиви № 2006/21/ЄС Європейського парламенту та Ради від 15 березня 2006 року «Про управління відходами видобувних підприємств, та якою вносяться зміни до Директиви 2004/35/ЄС»;

Директиви 2010/75/ЄС про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення);

Директиви 96/82/ЄС про управління ризиками масштабних аварій, в яких задіяні небезпечні речовини, з поправками, внесеними Директивою 2003/105/ЄС та Регламентом (ЄС) 1882/2003;

Директиви 2011/92/ЄС про оцінку впливу деяких державних і приватних проєктів на навколишнє середовище;

Директиви 2001/42/ЄС про оцінку впливу на стан довкілля окремих проєктів та програм;

Директиви 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради від 20 грудня 1994 року «Про упаковку та відходи упаковки»;

Директиви 2012/19/ЄС Європейського парламенту та Ради від 4 липня 2012 року «Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)»;

Директиви 2006/66/ЄС Європейського парламенту та Ради від 6 вересня 2006 року «Про батарейки і акумулятори та відпрацьовані батарейки і акумулятори».

Реалізація проєкту відповідає «Стратегії розвитку міста Ужгород-2030», затвердженої рішенням сесії №1382 від 18.01.2019 р.

ТЕО базується на офіційній інформації та результатах розрахунків і фактичних досліджень.

Метою проекту є оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) системи для роздільного збору в м. Ужгород на інноваційних засадах, впровадження стратегічного планування, що передбачатиме виконання ряду заходів, спрямованих на реформування та удосконалення системи управління відходами в місті, вибір оптимальної системи поводження з відходами (визначення інфраструктури для збирання, роздільного збирання, перероблення, оброблення та видалення відходів; наведення інформації про заплановані технології та методи управління відходами) та практичні заходи, що необхідні для впровадження технічних можливостей, фінансового аналізу та обґрунтування системи роздільного збору.

Очікувані результати

Основними завданнями ТЕО у дослідженні є:

- оцінка відповідних технічних рішень;
- вивчення відповідних та доступних місць для цих технічних рішень;
- фінансовий аналіз різних варіантів;
- порівняльне дослідження доцільності запропонованих технічних варіантів;
- розробка концепції моніторингу для компостувальної установки (наприклад, якість компосту).

На Етапі 1 календарного плану Договору щодо надання послуги «Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини» розробляється **Частина І «Розробка техніко-економічного обґрунтування для роздільного збору вторинної сировини у м. Ужгород»**, в якій у відповідності з офіційною інформацією, даними, отриманими шляхом проведення фактичних досліджень, та наданими вихідними даними:

- проведений аналіз міжнародного досвіду в поводженні з побутовими відходами (ПВ) та в Україні;
- проведений аналіз існуючих практик роздільного збирання відходів та способів перероблення (оброблення) ПВ в Україні (брикетування, компостування, спалювання тощо), зазначені їх переваги та недоліки;
- проаналізовано ризики впровадження різних проектів будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини (різні варіанти перероблення ТПВ, включаючи механіко-біологічне оброблення (МБО)) в м. Ужгород;
- прийнята система збирання ПВ в м. Ужгород;
- проаналізовано можливості/варіанти встановлення контейнерних майданчиків (КМ) закритого типу та з підземними контейнерами з врахуванням розташування підземних мереж в м. Ужгород;
- проведено розрахунки орієнтовної завантаженості КМ з підземними контейнерами в м. Ужгород;
- вивчені можливості (прийнятності) реалізації проекту будівництва об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини (різні варіанти перероблення ТПВ, включаючи МБО) для м. Ужгород;
- наведено технологічні схеми різних варіантів експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини (різні варіанти перероблення ТПВ, включаючи МБО) для м. Ужгород;
- надано схему розташування планованих об'єктів і споруд об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини (різні варіанти перероблення ТПВ, включаючи МБО), а саме: збору, захоронення, перероблення, утилізації (відновлення), знешкодження, та шляхів транспортування в м. Ужгород;
- надані зведені кошторисні розрахунки вартості впровадження різних проектів будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини (різні варіанти перероблення ПВ, включаючи МБО) для м. Ужгород;
- проведено загальну оцінку впливу на навколишнє середовище різних проектів будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини в м. Ужгород.

На Етапі 2 календарного плану Договору щодо надання послуги «Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини» розробляється **Частина ІІ «Техніко-економічне обґрунтування найбільш підходящого технічного рішення для поводження з органічними відходами, відсортованими міськими та комерційними зеленими відходами в м. Ужгород»**, в якій у відповідності з офіційною інформацією, даними, отриманими шляхом проведення фактичних досліджень, та наданими вихідними даними:

- проведено аналіз можливих технічних рішень щодо поводження з біовідходами (в тому числі, органічними відходами, відсортованими міськими та комерційними зеленими відходами);
- наведено основні критерії вибору, умови і особливості впровадження за етапами системи поводження з біовідходами, в тому числі, вибору методу оброблення біовідходів;
- надано основи процесу компостування біовідходів як найпростішого методу оброблення біовідходів;

- здійснено оцінку основних технічних характеристик різних варіантів системи централізованого оброблення біовідходів методом компостування, які найбільш можливі для реалізації та впровадження в м. Ужгород, виявлено їх основні переваги та недоліки, надано загальні рекомендації щодо впровадження в м. Ужгород;
- вивчено наявність доступних місць для розташування об'єкту оброблення біовідходів методом компостування у м. Ужгород, надано умови розташування та опис характеристик планованих об'єктів і споруд на ділянці;
- здійснено порівняльний фінансовий аналіз трьох технологічних варіантів оброблення біовідходів, які можна впровадити в межах територіальної громади м. Ужгород, а саме:

  а) стабілізація органічної фракції шляхом компостування у рядах, що накриваються мембраною з металевим каркасом;

  б) аеробна стабілізація у тунелях;

  в) аеробна стабілізація органічної фракції у буртах з природньою аерацією

  та розглянуто можливість залучення до проекту сусідніх громад.

ГЛОСАРІЙ

Біовідходи – відходи, що мають властивість піддаватися анаеробному або аеробному розкладу, такі як відходи харчових продуктів або відходи харчової промисловості на всіх етапах виробництва та споживання, відходи від зелених насаджень.

Великогабаритні відходи – побутові відходи, що за розміром не можуть бути поміщені у контейнери об'ємом до 1,1 кубічного метра.

Видалення відходів – операція, що не є відновленням відходів, навіть якщо одним із наслідків такої операції є використання речовин або енергії.

Відновлення відходів – операція, у результаті якої відходи використовуються для корисних цілей, замінюючи матеріали, які мали бути використані для виконання певної функції або які підготовлені для виконання цієї функції на підприємстві чи в іншій господарській діяльності.

Відновлення матеріалів – будь-яка операція з відновлення матеріалів, інша, ніж виробництво енергії та перетворення відходів у матеріали, що можуть бути використані як паливо або для іншого виробництва енергії, яка може включати підготовку відходів до повторного використання, рециклінг, зворотне заповнення та інші операції.

Відходи – будь-які речовини, матеріали і предмети, яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися.

Відходи будівництва та знесення – відходи, що утворилися внаслідок діяльності з капітального ремонту, будівництва або знесення будівель і споруд.

Відходи харчових продуктів – харчові продукти у значенні, наведеному в Законі України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»[1], що стали відходами.

Відходи, що не є небезпечними, – відходи, які не мають властивостей, що роблять їх небезпечними.

Власник відходів – фізична особа, юридична особа, яка утворює відходи або яка відповідно до закону володіє, користується і розпоряджається відходами.

Захоронення відходів – розміщення відходів на поверхні чи під поверхнею (підземне) землі у спосіб, що не становить загрози здоров'ю людей та навколишньому природному середовищу і не передбачає подальше оброблення відходів.

Зберігання відходів – утримання відходів на об'єктах збирання, у тому числі до їх оброблення, протягом не більше одного року з моменту їх утворення, що є безпечним для здоров'я людей та навколишнього природного середовища відповідно до екологічних та санітарно-епідеміологічних вимог.

Збирання відходів – операція, що полягає у вилученні, купівлі, накопиченні та зберіганні відходів суб'єктами господарювання у сфері управління відходами, включаючи роздільне збирання, з метою подальшого перевезення відходів на об'єкти оброблення відходів.

Інертні відходи – відходи, що не зазнають фізичних, хімічних чи біологічних змін і трансформацій, не розкладаються, не горять, не розкладають, не здійснюють негативного впливу на інші предмети, з якими контактують, та не завдають шкоди здоров'ю людей і не призводять до забруднення навколишнього природного середовища.

Медичні відходи – відходи, що утворюються внаслідок здійснення діяльності з медичного обслуговування або ветеринарної практики, здійснення експертиз та досліджень у сфері охорони здоров'я, ветеринарної медицини, у тому числі наукових або дослідницьких робіт.

Небезпечні відходи – відходи, що мають одну чи більше властивостей, що роблять їх небезпечними.

Об'єкт оброблення відходів – установка, інженерна споруда або інший об'єкт, що використовується для здійснення операцій з відновлення або видалення відходів.

[1] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text

Оброблення відходів – операція з відновлення або видалення відходів, включаючи підготовку відходів до таких операцій.

Операції з управління відходами – збирання, перевезення, відновлення та видалення відходів.

Перевезення відходів – операція, що полягає у транспортуванні відходів від місця їх утворення до об'єкта оброблення відходів, а також від одного місця/об'єкта до іншого.

Побутові відходи – змішані та/або роздільно зібрані відходи від домогосподарств, включаючи відходи паперу, картону, скла, пластику, деревини, текстилю, металу, упаковки, біовідходи, відходи електричного та електронного обладнання, відходи батарей та акумуляторів, небезпечні відходи у складі побутових, великогабаритні та ремонтні відходи, а також змішані та/або роздільно зібрані відходи з інших джерел, якщо ці відходи подібні за своїм складом до відходів домогосподарств.

Побутові відходи не включають відходи промисловості, сільського і лісового господарства, рибальства та аквакультури, резервуарів для септиків, каналізаційних мереж та відходи їх оброблення, включаючи осад стічних вод, транспортні засоби, строк експлуатації яких закінчився, відходи будівництва та знесення, вуличний змет, медичні відходи.

Полігон – місце захоронення відходів, призначене для їх розміщення на поверхні чи під поверхнею (підземне) землі, включаючи:

Послуга з управління побутовими відходами – операції із збирання, перевезення, відновлення та видалення побутових відходів, а також діяльність, пов'язана з організацією роботи системи управління побутовими відходами, що здійснюється виконавцем послуги з управління побутовими відходами.

Приймання відходів – отримання відходів, що утворилися в результаті споживання/використання продукції, до виробників якої законом встановлена розширена відповідальність виробника, у місцях продажу, адміністративних, соціальних, громадських, комерційних, розважальних, рекреаційних, туристичних та інших закладах, а також мобільними пунктами приймання відходів у встановленому законом порядку.

Ремонтні відходи – залишки речовин, матеріалів, предметів, виробів, що утворилися під час переобладнання, перепланування або поточного ремонту у житловому будинку, окремій квартирі або будинку громадського призначення.

Рециклінг – операція з відновлення, у результаті якої відходи переробляються у продукцію, матеріали або речовини для їх використання за первинною або іншою метою. Ця операція включає перероблення органічного матеріалу, але не включає виробництва енергії чи перетворення відходів у матеріали, що можуть бути використані як паливо або як матеріали для зворотного заповнення.

Роздільне збирання відходів – збирання відходів окремо залежно від їх виду, характеристики та складу у спосіб, що сприятиме їх подальшому обробленню.

Система управління побутовими відходами – комплекс заходів із збирання, перевезення та оброблення побутових відходів, включаючи створення та забезпечення діяльності об'єктів, нагляд за ними та подальший догляд за об'єктами видалення побутових відходів, а також діяльність суб'єктів господарювання, що здійснюють окремі операції з управління побутовими відходами в межах територіальної громади або декількох територіальних громад.

Сортування відходів – операція, пов'язана з механічним розподілом відходів залежно від їх фізико-хімічних властивостей, матеріальних складових, енергетичної цінності, інших показників з метою їх підготовки до оброблення.

Суб'єкт господарювання у сфері управління відходами – юридична особа або фізична особа-підприємець, що здійснює збирання, купівлю, зберігання, перевезення, відновлення та/або видалення відходів відповідно до законодавства.

Термічне оброблення відходів – технологічний процес з термічного оброблення відходів, який відповідає правилам технічної експлуатації відповідної установки.

Управління відходами – комплекс заходів із збирання, перевезення, оброблення (відновлення, у тому числі сортування, та видалення) відходів, включаючи нагляд за такими операціями та подальший догляд за об’єктами видалення відходів.

Установка спалювання відходів – будь-яка стаціонарна або мобільна технічна одиниця та обладнання, призначене для термічного оброблення відходів, з відновленням утворюваного при горінні тепла або без нього, з метою видалення шляхом спалювання за допомогою окислення, а також інших процесів термічного оброблення, таких як піроліз, газифікація, плазмовий процес, якщо речовини, що утворюються в результаті термічного оброблення, у подальшому спалюються.

Установка сумісного спалювання відходів – будь-яка стаціонарна або мобільна технічна одиниця, призначена для виробництва енергії або виробництва матеріальних продуктів, яка використовує відходи як звичайне або додаткове паливо або в якій відходи проходять термічне оброблення з метою видалення шляхом спалювання за допомогою окислення, а також інших процесів термічного оброблення, таких як піроліз, газифікація, плазмовий процес, якщо речовини, що утворюються в результаті термічного оброблення, у подальшому спалюються.

Утворювач відходів – фізична особа, юридична особа, в результаті діяльності якої утворюються відходи, а також суб’єкти управління відходами, які здійснюють операції із сортування, змішування або інші операції, що призводять до зміни характеристик або складу відходів.

ЧАСТИНА І
РОЗРОБКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ (ТЕО) ДЛЯ РОЗДІЛЬНОГО ЗБОРУ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ У М. УЖГОРОД

РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ В ПОВОДЖЕННІ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ ТА В УКРАЇНІ

1.1 Аналіз міжнародного досвіду поводження з побутовими відходами

У країнах Європейського Союзу (ЄС) поводження з побутовими відходами (ПВ) є важливою темою з точки зору екології, сталого розвитку та охорони навколишнього середовища. ЄС приділяє велику увагу зменшенню утворення відходів, їх вторинному використанню та оптимальним шляхам утилізації (відновлення). Ось деякі аспекти поводження з ПВ в країнах ЄС:

1) **Роздільний збір відходів**. Багато країн ЄС впроваджують систему роздільного збору відходів. Це означає, що громадяни зобов'язані сортувати відходи на різні види (папір, пластик, скло, метал, органічні відходи (біовідходи) тощо), щоб сприяти подальшому їх використанню та обробленню.
2) **Повернення вторинних ресурсів**. Збір і перероблення вторинних ресурсів, таких як папір, скло, пластик та метал, є важливими. Це дозволяє зменшити потребу в нових сировинах і енергії для виробництва.
3) **Заборона на деякі типи відходів**. ЄС впроваджує заборону на певні види пластику, такі як одноразові пластикові столові прибори та пластикові посудини для їжі, для зменшення забруднення довкілля.
4) **Регулювання обсягів відходів**. Деякі країни встановлюють обмеження на обсяги ПВ, що можуть бути викинуті на сміттєзвалище. Це спонукає громадян та підприємства до зменшення обсягів утворення відходів.
5) **Економічні та соціальні стимули**. Деякі країни використовують системи депозитів на пляшки та контейнери для стимулювання повернення вторинної сировини та зменшення сміттєвого завантаження.
6) **Кампанії з екологічної освіти**. ЄС активно підтримує кампанії та програми з екологічної освіти, спрямовані на підвищення свідомості громадян щодо ефективного поводження з відходами.
7) **Сприяння інноваціям та дослідженням**. ЄС фінансує дослідження та інноваційні проекти, спрямовані на розроблення нових методів перероблення відходів та ефективних утилізаційних технологій.

Загалом, поводження з ПВ в країнах ЄС базується на ієрархічній системі – запобігання (зменшення), перероблення, вторинне використання та ефективна утилізація (відновлення) відходів з метою збереження природних ресурсів та зниження впливу на навколишнє середовище, та остаточне видалення відходів.

Цільові завдання ЄС на довгостроковий період окреслені у вигляді директив та регламентів:

Директива 2008/98/ЄС про відходи;

Директива 1999/31/ЄС про захоронення відходів;

Регламент 1013/2006 про транспортування відходів;

Регламент №2150/2002 про статистику щодо обліку відходів;

Директива 2004/35/ЄС про відповідальність за нанесену шкоду навколишньому середовищу;

Регламент ЄС 1272/2008 про класифікацію, пакування та маркування небезпечних речовин та сумішей;

Директива 2006/66/ЄС – про батарейки та акумулятори та відходи від батарейок та акумуляторів, що містять небезпечні речовини;

Директива 2012/19/ЄС – про відходи електричного та електронного обладнання;

Директива 94/62/ЄС – про упаковку та відходи упаковки.

Основна рамкова **Директива 2008/98/ЄС** визначає перелік відходів, класифікацію операцій поводження з відходами, встановлює вимоги до поводження з небезпечними

відходами (НВ), впроваджує заборону змішувати НВ, впроваджує їх маркування, формулює необхідні документи при перевезенні НВ через територію країн ЄС.

Крім цього, стаття 11 встановлює обов'язковим забезпечення роздільного збирання скла, паперу та картону, металу, полімерів, до 2025 року – текстилю, а також підготовку до повторного використання та перероблення. Стаття 22 встановлює необхідність роздільного збирання біовідходів та забезпечення їх подальшого оброблення.

Директивою встановлено цільові показники, згідно яких до 2025 року необхідно підготувати до повторного використання та оброблення 55-60% відходів, а до 2030 року – 60-65%.

Директива 1999/31/ЄС визначає три класи місць захоронення відходів: полігони для небезпечних відходів, полігони для інертних відходів та полігони для відходів, що не є небезпечними. Директива визначає також низку умов до розміщення, обладнання, нагляду, контролю, герметичності, а також заходи щодо попередження і захисту від будь-якої загрози довкіллю.

Заходи щодо поводження з ПВ в країнах ЄС можна представити у формі так званих сходинок Ленсінка (Lansink's Ladder):

1) Попередження утворення відходів (prevention) – заходи запобігання утворенню відходів з метою оптимізації процесів проектування видобутку ресурсів, виробництва товарів (екодизайн) та утворення відходів.
2) Повторне використання (preparing for re-use) – створення мережі підприємств, організацій для проведення перевірки, очищення чи визначення придатності продуктів або їх компонентів для повторного їх використання без попереднього оброблення.
3) Перероблення (recycling) – утилізація (оброблення) відходів з поверненням у виробничий цикл різних матеріалів, що містяться у відходах.
4) Компостування (other recovery) – аеробне оброблення біорозпадних відходів;
5) Спалювання з отриманням енергії (e.g. energy recovery).
6) Захоронення (disposal) – захоронення їх у спеціально обладнаних місцях та знешкодження на установках, що відповідають екологічним нормативам, лише у разі відсутності можливості виконати попередні ступені ієрархії.

Попередження утворення включає широкий спектр інструментів на різних рівнях: на державному рівні – економічні стимули, тарифоутворення, пільги, екодизайн пакувальних матеріалів; на місцевому рівні – пільги за роздільне збирання, штрафні санкції за невиконання умов роздільного збирання, впровадження екоосвіти, впровадження освітніх заходів, змагань, впровадження методів роздільного збирання в освітні процеси.

Повторне використання включає розгортання системи роздільного збирання ресурсоцінних компонентів побутових відходів (вторинної сировини), яка здійснюється в країнах ЄС за допомогою контейнерів, пунктів приймання відходів, центрів із збирання відходів для їх ремонту з метою повторного використання та центрів збирання вживаних товарів для повторного використання. В ЄС таких центрів та пунктів утворено для безлічі окремих компонентів відходів: ковдр, органічних відходів (біовідходів), небезпечних ПВ, великогабаритних відходів (ВГВ), макулатури, відходів електронного та електричного обладнання (ВЕЕО), тощо.

Оброблення, компостування, спалювання з отриманням енергії, захоронення. У світовій практиці, так і в практиці країн ЄС, з метою перероблення ПВ застосовується більше 20 технологічних методів, кожний з яких має 5…10 (окремі – до 50) різновидів технологій, технологічних схем, типів споруд. За технологічним принципом методи поділяються на біологічні, термічні, хімічні, механічні, змішані.

Найбільшого поширення набули такі методи:

- захоронення на полігонах;
- термічне оброблення з отриманням енергії (теплової або електричної);
- перероблення (зазвичай механіко-біологічне оброблення, сортування);
- компостування (отримання товарного компосту).

В табл. 1.1 наведено показники утворення ПВ по країнах у кілограмах на душу населення.

Таблиця 1.1 – Утворення побутових відходів на душу населення з 1995 по 2021 рік в країнах ЄС

Municipal waste generated, in selected years, 1995-2021

(kg per capita)

	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	Change 2021/1995 (%)
EU	*467*	*513*	*506*	*503*	*480*	*521*	*527*	*12.9*
Belgium	455	471	482	456	412	729	755	66.0
Bulgaria	694	612	588	554	419	408	445	-36.0
Czechia	302	335	289	318	316	543	570	88.8
Denmark	521	664	736	758	822	814	769	47.6
Germany	623	642	565	602	632	641	620	-0.5
Estonia	371	453	433	305	359	383	395	6.4
Ireland (1)	512	599	731	624	557	644	644	25.7
Greece (2)	303	412	442	532	488	524	524	72.8
Spain	505	653	588	510	456	464	472	-6.6
France	475	514	529	534	516	538	565	18.8
Croatia	220	262	336	379	393	418	447	103.6
Italy	454	509	546	547	486	487	495	9.1
Cyprus	595	628	688	695	620	609	633	6.5
Latvia	264	271	320	324	404	478	461	74.5
Lithuania	426	365	387	404	448	483	480	12.7
Luxembourg	587	654	672	679	607	790	793	35.0
Hungary	460	446	461	403	377	403	416	-9.5
Malta	387	533	625	623	641	643	611	57.6
Netherlands	539	598	599	571	523	533	515	-4.6
Austria	437	580	575	562	560	834	835	90.9
Poland	285	320	319	316	286	346	362	27.3
Portugal	352	457	452	516	460	513	513	45.6
Romania	342	355	383	313	247	290	302	-11.8
Slovenia	596	513	494	490	449	487	511	-14.3
Slovakia	295	254	273	319	329	478	497	68.5
Finland	413	502	478	470	500	611	630	52.6
Sweden	386	425	479	441	451	431	418	8.3
Iceland	426	462	516	484	588	614	659	55
Norway	624	613	426	469	422	604	799	27.9
Switzerland	602	659	664	711	728	706	704	16.9
United Kingdom (3)	498	577	581	509	483	463	:	:
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	340	352	352	:	:
Montenegro (4)	:	:	:	494	530	486	515	:
North Macedonia	:	:	:	381	441	441	459	:
Albania	:	:	:	:	491	369	311	:
Serbia	:	:	:	363	259	427	442	:
Türkiye	441	465	458	410	424	415	416	-6
Kosovo (5)	:	:	:	:	252	255	270	:

(1) 2020 data instead of 2021.
(2) 2019 data instead of 2020 and 2021.
(3) 2018 data instead of 2020.
(4) 2012 data instead of 2010.
Note: data presented in italic are estimated.
(5) This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo Declaration of Independence
Source: Eurostat (online data code: env_wasmun)

eurostat

Рис. 1.1 показує кількість ПВ, які перероблені у країнах ЄС за період з 1995 по 2021 рік за технологічними методами оброблення, у кг на душу населення. В країнах ЄС поширені наступні методи поводження з відходами: захоронення на полігоні (landfill), спалювання (incineration), перероблення відходів (material recycling), компостування (composting) тощо.

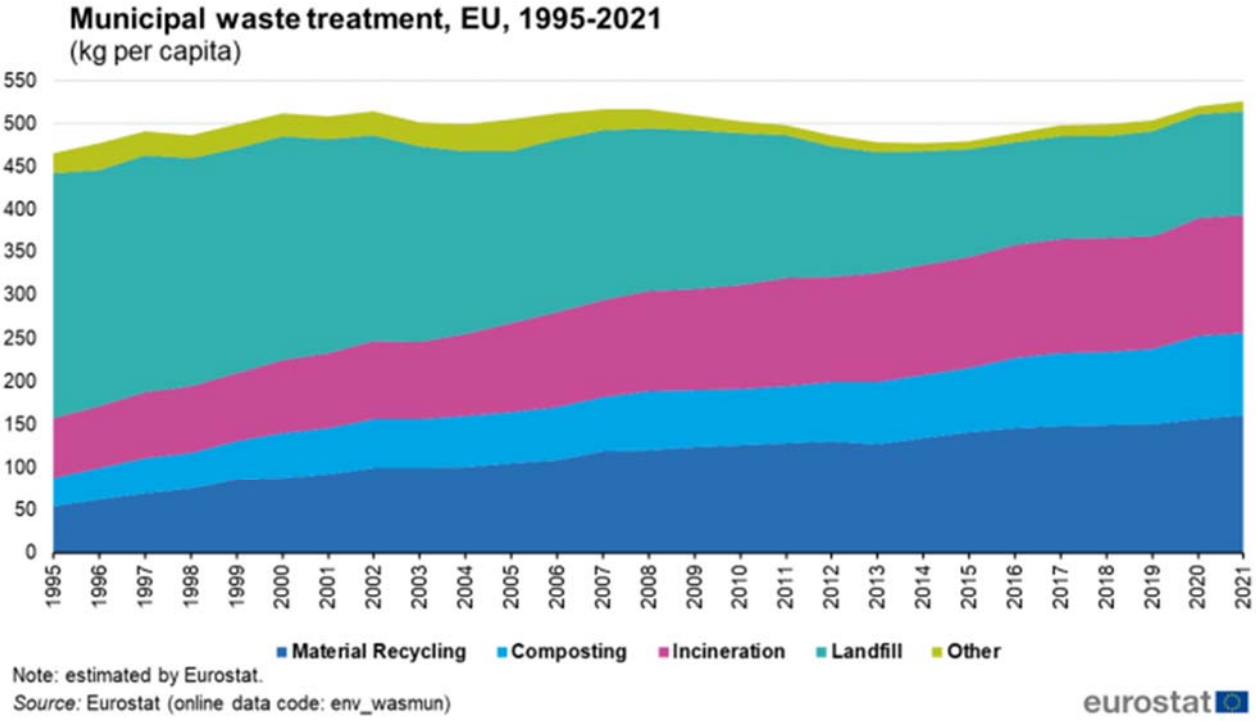


Рисунок 1.1 – Перероблення побутових відходів за методами, ЄС, 1995-2021

Дані охоплюють період з 1995 по 2021 рік для 27 держав-членів ЄС. Для країн-кандидатів охоплення наступне: Боснія і Герцеговина (з 2008 року), Північна Македонія (з 2008 року), Албанія (з 2013 року), Сербія (з 2011 року) і Туреччина. Дані Сполученого Королівства охоплені до 2018 року.

Незважаючи на те, що в ЄС з кожним роком утворюється більше відходів, загальна кількість ПВ, що вивозяться на звалища, зменшилася. Так, загальний обсяг ПВ, вивезених на звалища в ЄС, скоротився на 67 млн. тонн, або на 55%, з 121 млн. тонн (286 кг на душу населення) у 1995 році до 54 млн. тонн (121 кг на душу населення) у 2021 році. Це відповідає середньорічному падінню на 3,0 %. У результаті рівень захоронення (частка відходів, що вивозиться на звалища, як частка утворених відходів) в ЄС впала з 61% у 1995 році до менш ніж 23% у 2021 році [2].

Директива 1999/31/ЄС про захоронення відходів передбачає, що країни-члени ЄС зобов'язані зменшити кількість біорозкладних фракцій ПВ, що надходять на звалища, до 10 % до 2035 року. Зменшення було розраховано на основі загальної кількості біовідходів в побутових, утворених у 1995 році. Директива призвела до прийняття країнами різних стратегій для уникнення відправлення органічної частини ПВ (біовідходів) на звалище, а саме компостування (включаючи ферментацію), спалювання та попереднє оброблення, таке як механіко-біологічне оброблення (МБО) (включаючи стабілізацію).

У результаті кількість перероблених відходів (сортування і компостування) зросла з 37 млн. тонн (87 кг на душу населення) у 1995 році до 115 млн. тонн (257 кг на душу населення) у 2021 році із середньорічним темпом 4,3%. Загальна частка перероблених ПВ зросла з 19% до 49%.

Спалювання ПВ також неухильно зростає, хоча не так інтенсивно, як перероблення та компостування. З 1995 року кількість спалених ПВ у ЄС зросла на 32 млн. тонн, або на 106 %, і у 2021 році становила 62 млн. тонн. Таким чином, кількість спалюваних ПВ зросла з 70 кг на душу населення до 138 кг на душу населення[3].

[2] Євростат https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?language=ru&etrans=uk
[3] Євростат // http://surl.li/kjgck

1.2 Аналіз досвіду в поводженні з побутовими відходами в Україні

1.2.1 Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні

Згідно наявних даних[4] в населених пунктах України за 2022 рік утворилось майже 39 млн. м³ побутових відходів, або понад 7 млн. тонн, які захоронюються на 5,7 тис. сміттєзвалищах і полігонах ПВ загальною площею майже 8 тис. га.

Збирання побутових відходів

Майже 80% населення України охоплено послугами з вивезення ПВ.

У 2022 році оброблено та утилізовано близько 9,9% ПВ, з них: 1,66% спалено, а 8,24% – потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні лінії.

Полігони побутових відходів

Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 163 од. (2,8%), а 693 од. (12%) – не відповідають нормам екологічної безпеки.

Неналежним чином проводилась робота з паспортизації та рекультивації сміттєзвалищ. З 2197 од. сміттєзвалищ, які потребують паспортизації, у 2022 році фактично паспортизовано 258 од. (потребує паспортизації 34% сміттєзвалищ від їх загальної кількості).

З 2197 од. сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 258 од.

Потреба у будівництві нових полігонів ПВ складає 290 од.

Через неналежну систему поводження з ПВ в населених пунктах України, як правило, у приватному секторі, у 2022 році виявлено 14,7 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу 0,6 тис. га, з яких ліквідовано у 2022 році 12,4 тис. площею 0,36 тис. га.

Суб'єкти господарювання, які надають послуги з вивезення побутових відходів

Проводиться відповідна робота зі створення ринкових умов та розвитку конкурентного середовища. Так, у 2022 році, надавали послуги у сфері поводження з ПВ 983 організацій, в тому числі, 214 приватної власності (21,7%).

Чисельність працюючих у сфері поводження з ПВ складає майже 16 тис. осіб.

Загальна кількість спеціально обладнаних транспортних засобів складає понад 3,4 тис. од. Середній показник зношеності спецавтотранспорту у 2022 році складав 60%.

Фінансування сфери поводження з побутовими відходами

Середній тариф на поводження з ПВ в країні становить 167 грн./м³, у тому числі, за захоронення – 68 грн./м³. Середній тариф на поводження з ПВ для населення становить 143 грн./м³, у т.ч. за захоронення – 61 грн./м³.

За експертними оцінками обсяг реалізацій послуг з вивезення ПВ у 2022 році складає понад 5,9 млрд. грн.

Обсяг сплачених послуг складає 5,4 млрд. грн.

1.2.2 Впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з побутовими відходами в Україні

Закон України «Про управління відходами»[5] (набрання чинності 09.07.2023 р.), передбачає реформування управління відходами, яке сприятиме переходу України до моделей циркулярної економіки та сталого розвитку.

Запровадження на законодавчому рівні основних європейських підходів та принципів, у тому числі, п'ятиступеневої ієрархії управління відходами та принципу розширеної відповідальності виробника, сприятиме виробникам товарів в упаковці надавати фінансову та

[4] Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України // https://mtu.gov.ua/news/34323.html
[5] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text

технічну підтримку органам місцевого самоврядування в організації роздільного збирання ПВ та проведенні просвітницько-інформаційної роботи з населенням.

Станом на 2023 рік в Україні у 1440 населених пунктах (без урахування відомостей щодо тимчасово окупованих територій, а також регіонів, де ведуться бойові дії) впроваджене роздільне збирання ПВ.

У 26 населених пунктах працюють 31 сміттєсортувальна лінія: у м. Вінниця, смт Муровані Курилівці, м. Іллінці, м. Калинівка, м. Козятин та с. Іванівці Вінницької області; м. Луцьк, м. Кривий Ріг, с. Нересниця Закарпатської області, м. Запоріжжя, м. Івано-Франківськ, м. Біла Церква, м. Обухів, м. Переяслав Київської області, м. Кропивницький, м. Буськ, м. Самбір, м. Новояворівськ, м. Стрий (2 лінії), м. Червоноград та м. Золочів Львівської області, м. Суми, с. Плебанівка та с. Малашівці Тернопільської області, м. Богодухів Харківської області, м. Київ (5 сортувальних ліній).

Термічна утилізація ПВ (спалювання) здійснюється тільки на сміттєспалювальному заводі в м. Києві.

Також у населених пунктах будуються 10 сміттєсортувальних комплексів, 1 сміттєспалювальна установка, 1 сміттєперевантажувальна станція.

З метою надання якісних послуг з поводження з ПВ та охоплення всього населення цією послугою придбано майже 31 тис. контейнерів для збирання ПВ, з них понад 4,6 тис. контейнерів для роздільного збирання ПВ, та 61 спеціально обладнаний транспортний засіб. Заплановано до кінця 2023 року придбання контейнерів на суму понад 108 млн. гривень та сміттєвозів на суму 180 млн. гривень за рахунок коштів обласних та місцевих бюджетів, з фондів охорони навколишнього природного середовища, за рахунок програми проектів місцевих ініціатив та коштів підприємств.

На 55 полігонах ПВ наявна система збирання фільтрату, в тому числі на 50 полігонах ПВ наявна система знезараження фільтрату, на інших – влаштовано резервуари-накопичувачі, звідки періодично фільтрат транспортується на очисні споруди.

На 18 полігонах ПВ влаштовано систему вилучення біогазу та експлуатуються когенераційні установки потужністю від 0,5 до 2,0 МВт·годину. На полігоні у м. Кременчук, м. Конотоп Сумської області, м. Харків біогаз спалюється факельно.

Когенераційні установки (дегазація) експлуатуються на полігонах ПВ в населених пунктах: м. Вінниця; м. Луцьк; м. Ужгород, м. Житомир, с. Рибне Івано-Франківська область; м. Бориспіль, с. Підгірці Обухівського району, с. Глибоке Бориспільського р-ну та с. Рожівка Броварського р-ну Київської області,; м. Київ; м. Кропивницький, с. Весняне Миколаївської області; м. Одеса; м. Кременчук, м. Рівне; м. Харків, м. Хмельницький; м. Черкаси.

1.3 Загальний стан поводження з відходами у зарубіжних країнах і в Україні

В даний час перед великою кількістю країн, в тому числі і Україною, стоїть завдання здійснення процесу поступової трансформації від простого складування утворених відходів до управління ними. Більшість прийнятих у зарубіжних країнах технічних, організаційних та правових положень щодо менеджменту відходів сприяло суттєвому прогресу технологій та техніки оброблення відходів, які дозволяють не тільки покращити стан навколишнього природного середовища, а й отримувати додаткові кошти та сировину з оброблення відходів.

За останні роки країни ЄС отримали досвід з оброблення відходів і в продовж часу удосконалювали методи поводження з відходами, підлаштовували способи поводження з особливостями території. Такі країни як Швейцарія, Швеція та Німеччина практично відмовилися від полігонів ПВ та інвестують кошти у такі технології поводження з відходами як сортування, спалювання та перероблення. До країн, які більшість своїх відходів захоронюють на полігонах ПВ та здебільше не використовують перероблення, спалювання та сортування відходів, відносяться Румунія, Польща, Чехія, Латвія, Угорщина та Литва.

У табл. 1.2 наведені дані про загальний стан поводження з ПВ за видами їх оброблення у зарубіжних країнах і в Україні.

Таблиця 1.2 – Загальний стан поводження з ПВ (2022 р.[6]).

Країни	Загальна маса ПВ	Захоронення на полігоні	Термічне оброблення	Перероблення	Компостування
	тис. тонн	%	%	%	%
Австрія	4833	4,0	36,3	25,5	30,9
Великобританія	31 131	27,8	26,5	27,3	16,4
Греція	5 585	80,7	0,0	15,6	3,7
Данія	4 279	1,3	54,4	26,9	17,4
Естонія	470	6,5	47,2	26,5	4,6
Ірландія	2 693	38,2	15,9	30,8	5,8
Іспанія	20 217	55,1	12,3	15,5	17,0
Італія	29 655	31,5	19,3	26,1	16,4
Нідерланди	8 890	1,4	47,7	23,7	27,1
Німеччина	50 064	0,3	33,7	46,6	17,2
Норвегія	2 175	2,8	52,8	26,1	16,1
Польща	10 330	52,6	15,1	21,1	11,2
Португалія	4 710	49,0	20,7	16,2	14,1
Словенія	892	23,3	0,2	29,0	6,9
США	227 604	53,8	11,7	26,0	8,5
Україна	**7 000**	**90,1**	**1,66**	**8,24**	**0,02**
Франція	33 703	25,8	35,0	22,1	17,2
Хорватія	1 637	80,0	0,2	14,4	2,1
Чеська Республіка	3 261	56,0	18,5	22,6	2,9
Швеція	4 246	0,6	49,5	33,4	16,5
Японія	44 874	1,3	77,6	20,3	0,3

Як свідчать дані табл. 1.2, в сфері поводження з ПВ найбільшого поширення набули:

- *захоронення на полігоні*

В цілому загальноприйняте складування ПВ на полігонах створює цілу низку проблем.

За статистичними даними у ЄС з 1995 по 2021 рік є дуже чітка тенденція до зменшення кількості захоронень ПВ, оскільки країни неухильно рухаються до альтернативних способів поводження з відходами.

При цьому, в Україні домінуючою технологією поводження з ПВ залишається їх захоронення на полігонах. У порівнянні деякі країни ЄС, такі як Австрія, Данія, Естонія, Нідерланди, Швеція, Німеччина та Норвегія, мають рівень захоронення на полігоні менше 5%.

- *оброблення (в т.ч. компостування)*

У багатьох європейських країнах (Франції, Італії, Німеччині, Нідерландах та ін.) експлуатуються сміттєпереробні заводи, що використовують технологію аеробного біотермічного компостування. За цією технологією ПВ включаються в кругообіг речовин у природі, знешкоджуються і перетворюються в компост – цінне органічне добриво, яке використовується, наприклад, для міського озеленення та як біопаливо для теплиць. У процесі компостування відходів складаються умови, згубні для більшості хвороботворних мікроорганізмів, яєць гельмінтів, личинок мух. Технологічні заходи дозволяють нормалізувати вміст у компості мікроелементів, у тому числі, солей важких металів. Ці заводи оснащуються спеціальним обладнанням для подрібнення та розподілу ПВ за фракціями, сепараторами чорного та кольорового металів, скла, полімерів тощо. Повний комплект як основного, так і допоміжного обладнання таких заводів, серійно випускається їх машинобудівними підприємствами. На сміттєпереробних заводах країн Західної Європи, де завдяки роздільному збиранню на заводи надходять тільки органічні відходи (рослинні) (біовідходи), виробляють компост, в тому числі, і для сільського господарства.

[6] Євростат // https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?language=ru&etrans=uk

В Україні обмежена наявність гарантованих споживачів компосту (органічного добрива чи біопалива), компост у більшості міст використовують як органічну складову ґрунту при благоустрої зелених зон прибудинкових територій, у парках, скверах. Що стосується використання компосту при вирощуванні сільськогосподарських культур, то воно обмежене. Часто на сміттєпереробний завод у великій кількості потрапляють матеріали, які суттєво погіршують якість компосту, через недосконалу організацію роздільного збирання ПВ і виділення органічної частини ПВ.

- *термічне оброблення відходів*

Заводи з виробництва енергії з відходів «Waste to Energy») знайшли широке застосування в країнах з високою щільністю населення (Німеччина, Японія, Швейцарія, Бельгія та ін.) та до недавнього часу вважалося майже безальтернативним і для промислових міст України. Проте експлуатація таких заводів у порівнянні зі сміттєпереробними підприємствами і полігонами ПВ потребує значно більших капітальних та експлуатаційних витрат. Крім того, складними і ненадійними є процеси очищення газів, а також утилізація та знешкодження токсичної золи та шлаку, які утворюються при спалюванні ПВ у значній кількості (до 30 % від сухої маси відходів).

Україна має досвід експлуатації сміттєспалювальних заводів тільки в великих містах – Києві, Харкові, Дніпрі, який виявив багато недоліків: фактична потужність на вітчизняних відходах була на рівні 60...70% від проектної, теплова енергія ефективно не використовувалась, заводи були джерелом забруднення довкілля через те, що не мали досконалого блоку газоочищення та внаслідок недотримання технологічного режиму спалювання в атмосферу потрапляли токсичні речовини, зола сміттєспалювального заводу є токсичною речовиною і потребує спеціальних методів знешкодження. На даний час працює лише завод в м. Києві.

Більшість вказаних недоліків відсутні на заводах з виробництва енергії з відходів США, Японії, Канади та країн Західної Європи. В цих країнах вирішені питання очищення газів, а також утилізації і знешкодження токсичної золи та шлаку, які утворюються при спалюванні ПВ у значній кількості. Практично всі зарубіжні заводи з виробництва енергії з відходів мають обладнання для утилізації тепла, на них відбирають брухт чорного металу.

Досвід ЄС щодо відмови від захоронення ПВ на полігонах ПВ та використання нових методів та практик поводження з відходами є досить актуальний для України, враховуючи знаходження системи поводження з відходами у незадовільному стані. В Україні немає відпрацьованих вітчизняних технологій, проектної та конструкторської документації на заводи з виробництва енергії з відходів і сміттєпереробні заводи, не освоєне серійне виробництво комплексів обладнання. Низький рівень попереднього сортування ПВ та подальшого їх оброблення призводить до збільшення накопичення відходів на полігонах ПВ та до зростання потреби в створенні нових сміттєзвалищ через переповнення наявних, що небезпечно як для навколишнього природного середовища, так і для населення.

Враховуючи, що перейняти міжнародний досвід поводження з відходами в комплексі для України досить складно через існування в кожній країні своїх методів та практик, які можуть відрізнятися від потреб та особливостей нашої країни, доцільним є на початкових стадіях розвитку системи поводження з відходами та ефективної її роботи перейняти досвід з роздільного збирання та сортування відходів, поступово підлаштовуючи та удосконалюючи методи й практики та розвиваючи власну систему поводження з відходами під наявні особливості території України.

РОЗДІЛ ІІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРАКТИК РОЗДІЛЬНОГО ЗБИРАННЯ ВІДХОДІВ ТА СПОСОБІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ (ОБРОБЛЕННЯ) ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

Основою сучасного управління побутовими відходами служать технології і технічні процеси. До них відносяться, в першу чергу, процеси рециклінгу, утилізації і оброблення (підготовка, вилучення вторсировини, стабілізація, попереднє оброблення відходів), термічне оброблення відходів з отриманням або без отримання енергії як комбінація утилізації і попереднього оброблення (спалювання), а також необхідні процеси складування і пошарове захоронення залишкових відходів на полігоні ПВ.

У європейській системі управління відходами різні технологічні можливості і процеси оброблення повинні оптимально доповнювати один одного і в результаті призводити до ефективного управління відходами.

2.1 Роздільне збирання відходів

Роздільне збирання відходів передує етапу оброблення відходів. Моделі роздільного збирання формуються в залежності від прийнятої моделі поводження з відходами, що визначається регіональним планом управління з відходами в області. Моделі роздільного збирання побутових відходів (ПВ) можуть включати в себе:

– роздільне збирання ресурсоцінних компонентів (папір, картон, пластик, скло, метал, упаковка, деревина, текстиль тощо);
– роздільне збирання біовідходів;
– роздільне збирання небезпечних відходів (НВ) у складі ПВ;
– роздільне збирання відходів електричного та електронного обладнання (ВЕЕО);
– роздільне збирання великогабаритних відходів (ВГВ);
– роздільне збирання ремонтних (будівельних) відходів (БВ);
– роздільне збирання інших відходів.

Роздільне збирання забезпечує ефективність всього подальшого процесу оброблення.

Методи та засоби, технологічні схеми, етапи впровадження роздільного збирання компонентів ПВ, їх перевезення та оброблення обираються з урахуванням їх морфологічного складу, річного обсягу утворення ПВ, потреби у вторинних енергетичних та матеріальних ресурсах, органічних добривах, економічних факторів та інших вимог. При роздільному збиранні ПВ та його поетапному впровадженні використовуються положення Методики[7].

Система збирання ПВ включає обов'язкове впровадження планово-регулярної системи збирання ПВ та облаштування контейнерних майданчиків у відповідності до вимог чинного законодавства, в тому числі ДСанПін «Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць»[8].

Додатково до контейнерної системи збирання ПВ мають бути створені:

– **спеціалізовані комунальні пункти приймання відходів** (у відповідності до Національної Стратегії управління відходами[9]), які можуть приймати тільки ті відходи, для яких є наявні технології та існують діючі підприємства з їх оброблення, та з відповідним обґрунтуванням – виконувати додаткові функції;

– **пункти збирання відходів для повторного використання та перероблення** – для збирання і можливості повторного використання меблів, побутової техніки, одягу та інших товарів, які були у вжитку. Ці пункти можуть створюватись як складова об'ємно-просторового плану спеціалізованих комунальних пунктів збирання відходів (для тих населених пунктів, де вони вже створені) з відокремленим приміщенням, або окремо, насамперед, в обласних центрах;

[7] Методика роздільного збирання побутових відходів // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text
[8] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11#Text
[9] Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року // http://surl.li/kgyjj

– **центри із збирання відходів для їх ремонту з метою повторного використання** – рекомендується передбачати насамперед для ВЕЕО та доцільно організовувати як додатковий блок до спеціалізованих комунальних пунктів збирання відходів в обласних центрах.

Для збирання відходів на тих територіях населених пунктів, де обмежена можливість проїзду сміттєвозного транспорту та його маневрування, застосовується безконтейнерний метод шляхом використання мішків (чорного кольору або з відповідним маркуванням).

Організація роздільного збирання ПВ дозволяє отримати значне скорочення обсягів відходів, що підлягають захороненню (знешкодженню), оздоровити екологічну обстановку та отримати кошти від реалізації вторинної сировини. Тому роздільний збір ПВ є одним з найбільш перспективних шляхів вирішення проблеми відходів.

Для підвищення ефективності роздільного збирання всіх видів ПВ рекомендується проведення на постійній основі публічних та освітніх акцій зі збирання окремих компонентів із залученням мешканців населеного пункту, створення інформаційних ресурсів у соціальних мережах з метою популяризації екоосвіти та базових дій мешканців щодо поводження з відходами, створення освітнього простору з метою популяризації базових знань щодо найкращих практик управління відходами та розроблення публічних просвітніх (довідкових) матеріалів з описом дій мешканців щодо поводження з ПВ.

Подальше оброблення роздільно зібраної вторинної сировини є екологічно прийнятним, енерго- і ресурсозберігальним виробництвом, веде до економії найцінніших, а підчас і стратегічно важливих матеріалів. Впровадження роздільного збору відходів дозволяє не тільки знизити збиток, що заподіюється довкіллю відходами, фінансово підтримати громади, а й отримати цінну вторинну сировину для промисловості, природні джерела якої не безмежні.

2.2 Методи оброблення відходів

Заходи оброблення відходів повинні принципово орієнтуватися на виділення придатних до видалення компонентів з потоку передбачених до захоронення, непридатних для використання відходів і на таке їх оброблення, яке б дозволяло отримувати найбільшу користь від сировинних або енергетичних властивостей. Інші цілі оброблення відходів полягають в тому, щоб видалити з потоку залишкових відходів, що направляється на захоронення, потенційно небезпечні речовини і знешкодити або як мінімум ізолювати їх, зменшити об’єм потоку залишкових відходів і стабілізувати його так, щоб небезпеки для довкілля під час зберігання на полігоні ПВ були зведені до мінімуму.

Підготовка (попереднє оброблення) відходів для подальшого надійного захоронення також може супроводжуватися рекуперацією вторсировини і використанням енергії, що міститься у відповідних відходах. Заходи по обробленню відходів є інтегрованими етапами системи управління, але можуть також розглядатися і здійснюватися як самостійні процеси в комбінації в іншими операціями у рамках управління.

Найбільш поширеними методами є компостування, механіко-біологічне оброблення (МБО) та спалювання відходів.

2.2.1 Компостування біовідходів (біокомпостування)

Компостування біовідходів (біокомпостування) – метод, застосовуваний для виготовлення технічних гумусних субстратів з придатних органічних і неорганічних матеріалів, які є у біологічних відходах, шляхом їх біологічного розкладання. Метод спрямований на суттєве зниження об’ємів біовідходів, які зазвичай вивозяться на полігон ПВ або спалюються, а також скорочення реакційного потенціалу відходів інших процесів біологічного оброблення (наприклад, процесів ферментації (анаеробна ферментація)). Установки для компостування використовуються у всьому світі.

Компостування змішаних ПВ може застосовуватись як попередня фаза перед захороненням відходів. Компостування є частиною процесу механіко-біологічного

оброблення (МБО) відходів. Більш доцільним є, однак, використання компостування в рамках інтегрованої концепції оброблення та видалення відходів, що передбачає роздільне збирання та різні заходи щодо утилізації та оброблення відходів. Придатний для вживання компост як добриво може бути отриманий лише з окремо зібраних біовідходів. Перелік найбільш придатних для методу компостування відходів наведений в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Види відходів, що мають найбільшу придатність для методу компостування біовідходів

Вид відходів	Особливості використання
Харчові та зелені відходи (садові, городні)	–
Папір/картон/картонажні вироби	Тільки певні параметри (наприклад, вологоміцний або спеціальний папір) у невеликих кількостях і лише у поєднанні з іншими вологими органічними матеріалами
Деревні відходи	Тільки необроблені деревні відходи, матеріальне оброблення яких не є економічно вигідним
Специфічні виробничі чи галузеві відходи	Кухонні відходи та залишки, відходи сільського та лісового господарства, включаючи гній, біорозкладні відходи харчової промисловості
Інші види відходів	Окремо зібрані, біорозкладні матеріали без небезпечних інгредієнтів

Компостування – це аеробний процес, під час якого кисень реагує за певних умов з органічними матеріалами з утворенням CO_2, води та гумусових сполук. Витрата кисню найбільш висока на першому етапі процесу, на наступних етапах вона дещо знижується. Внаслідок процесів біологічного розкладання матеріал природним чином розігрівається. На початку процесу (основна фаза) виникають високі температури (приблизно до 65-75°C), які зумовлюють сушіння матеріалу та його гігієнізацію, до кінця процесу температура повільно знижується.

Вхідні та отримані вихідні матеріали методу компостування та приблизний енергетичний баланс методу наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вхідні та отримані вихідні матеріали методу компостування

Вхідні матеріали	Вихідні матеріали
Біовідходи	відходи та домішки (10-20% відсіяних відходів вхідних матеріалів)
	компост (35-40% готового компосту)
	біогаз та незначний обсяг технологічної води (до 40-55% – втрата маси внаслідок розкладання, випаровування води та виділення газів)

Енергоспоживання систем інтенсивного гниття становить приблизно 15-65 кВт/т, причому механічне обладнання споживає близько 10 кВт/т. При компостуванні найбільш енергоємними є механічні операції (аерація). Залежно від інтенсивності оброблення їх енергоспоживання може досягати від 2 до 15 кВт/т.

При аеробному розкладанні утворюється 0,6-0,8 г води та 25,1 кДж теплової енергії на грам органічної речовини.

При біологічному обробленні відбувається виділення значних обсягів CO_2 та інших (парникових) газів. Тим не менш, на відміну від спалювання або закладування на зберігання необроблених відходів, при компостуванні в субстраті зв'язується значна частина вуглецю, чим стримується його швидке виділення в атмосферу.

Діапазон технологій компостування надзвичайно широкий та охоплює від простих до складних у технічному відношенні і з точним управлінням. Існують дві принципово різні *системи компостування*:

- *відкрита* (буртове компостування);

- *закрита* (цехове компостування (у плоских буртах), тунельне компостування, бокси / контейнери, перегнійні барабани).

Різницю між системами наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Переваги та недоліки відкритих та закритих систем компостування

	Відкриті системи	**Закриті системи**
Переваги	- низький обсяг інвестицій - низькі експлуатаційні витрати	- оптимальне управління - цілеспрямоване регулювання викидів - швидкий процес гниття
Недоліки	- часті проблеми з неприємним запахом - тривалий процес гниття - без додаткових заходів сильна залежність від кліматичних умов (температури, вологості)	- високий обсяг інвестицій

Часто зустрічається поєднання відкритих та закритих систем компостування на одному майданчику. Для попереднього гниття більше придатні закриті системи, а для остаточного розкладання і дозрівання компосту застосовуються відкриті системи.

Оскільки можливе розкладання лише органічних сполук, а в кінцевий продукт можуть потрапляти шкідливі речовини з інших фракцій відходів, вихідні матеріали слід збирати окремо і не допускати присутності в них шкідливих речовин. Додаткове оброблення вихідних матеріалів перед компостуванням дозволяє підвищити їх якість, проте не забезпечує виділення із змішаних ПВ фракцій, що задовольняють високим вимогам щодо чистоти компосту. Попереднє механічне оброблення може включати наступні операції:

- відділення домішок та забруднень;
- подрібнення;
- відділення металів.

Ці механічні види попереднього оброблення аналогічні операціям, які здійснюються в рамках МБО.

Також попереднє механічне оброблення дозволяє отримувати оптимальне співвідношення C/N і необхідну структуру вихідного матеріалу компостування шляхом комбінування різних біовідходів. Наприклад: листя (багато вуглецю, мало азоту) може поєднуватися з харчовими відходами (багато азоту). Це дозволяє знизити обсяги аміаку, що виділяється на перших етапах гниття.

Продуктивність установок становить від 300 до 100 тис. т/рік (переважна більшість близько 3 -10 тис. т/рік). Пропускна здатність тунельних установок, як правило, вища порівняно з контейнерними системами. Тунельні системи працюють рентабельно під час перероблення 3000 т відходів на рік.

При компостуванні слід орієнтуватися на міжнародні стандарти для компостування. Основні технічні вимоги до методу компостування для отримання хорошого вихідного продукту наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні технічні вимоги до методу компостування

Параметр	**Вимоги**
Якість матеріалу, що надходить (відходів)	1) відходи повинні збиратися окремо та не містити компонентів, що виділяють шкідливі речовини; 2) структура матеріалу має забезпечувати хорошу аерацію; 3) співвідношення C/N має становити від 20:1 до 40:1 при адекватній вологості; 4) вміст вологості 50-60%;

Параметр	Вимоги
	5) оптимальним для швидкого компостування є співвідношення C/N 25:1-30:1 (допустимі й вищі співвідношення, проте надто висока концентрація азоту у вихідному матеріалі не допустима, оскільки в цьому випадку майже весь азот, що міститься в органічних речовинах, перетвориться під дією мікроорганізмів на аміак. При величині pH>7 висока концентрація аміаку веде до його небажаного викиду в атмосферу)
Температурний режим	Для знищення збудників хвороб і насіння бур'янів під час компостування на вхідний матеріал необхідний вплив температури не нижче 55°C, по можливості, безперервно протягом 2 тижнів або температури в 65°C (у закритих установках: 60°C) протягом 1 тижня
Очищення технологічних вод	Технологічна вода, якщо вона не обробляється в самому процесі, повинна перед зливом у поверхневі водоймища піддаватися очищенню на локальних очисних спорудах відповідно до вимог Директиви 91/271/ЕЄС щодо обробки міських стічних вод
Якість вихідного матеріалу	Для забезпечення стабільності та безпеки дозрілого компосту він повинен задовольняти наступним вимогам щодо якості: - співвідношення C/N – значно менше 1:25 (для сільськогосподарського використання); - відсутність повторного розігріву понад 20°C; - скорочення обсягу – як мінімум на 60% за вихідним матеріалом; - низький вміст важких металів відповідно до міжнародних стандартів

Спеціальні характеристики та основні вимоги до застосування методу компостування біовідходів (в т.ч., вигляд та обсяг його застосування) наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Спеціальні характеристики та основні вимоги до застосування методу компостування біовідходів

Спеціальні характеристики та вимоги до застосування	
Необхідність попереднього оброблення	відходи підлягають роздільному збору, контролю на присутність домішок, що містять шкідливі речовини (наприклад, елементів живлення), а також видаленню цих та інших компонентів, що ускладнюють процес компостування (наприклад, великі шматки плівки). Великі за розміром відходи від обрізання дерев і чагарників підлягають подрібненню
Можливості використання вихідного матеріалу	одержуваний компост може використовуватися переважно в сільському господарстві, садівництві, озелененні територій, як субстрат для оброблення спеціальних культур (фруктів, винограду, спаржі), для поліпшення ґрунту та на присадибних ділянках. Утворена від дерев тирса, в основному, може бути використана з метою отримання енергії (наприклад, на електростанціях, що працюють на біомасі)
Можливості видалення та захоронення вихідного матеріалу	відходи компостування (відсіяна плівка тощо) підлягають переробленню іншими способами (наприклад, термічними)

Спеціальні характеристики та вимоги до застосування	
Необхідність наступних заходів, додаткового оброблення	відсутні, гігієнізація відбувається під час процесу компостування, проте бажано здійснювати контроль якості компосту. Видаленню (обробленню) підлягають відходи просіювання і вода, що просочується
Особливі вимоги щодо безпеки	відпрацьоване повітря установок для компостування підлягає збору та очищенню, або ж необхідно вжити відповідних технічних та організаційних заходів для запобігання (зниження обсягів) викидів (особливо запахів)
Потенційні ризики для здоров'я	у зоні приймання та механічного оброблення відходів існує ризик підвищення концентрації в повітрі мікроорганізмів та спор. Тому в них слід вжити відповідних технічних заходів та застосовувати засоби індивідуального захисту (аспірація, респіратори)
Допоміжні засоби та матеріали	особливих допоміжних засобів та матеріалів не потрібно
Потреба в персоналі	потреба значною мірою залежить від продуктивності установки. Орієнтовно на середній установці зайнято близько 10 осіб (1 директор, 6-8 операторів та ремонтників, 1 співробітник для приймання та відвантаження). За наявності ділянок попереднього механічного оброблення потреба у персоналі зростає, особливо для ручних сортувальних операцій
Необхідна площа, особливості реалізації	потреба площі для установок інтенсивного компостування становить близько 0,2-0,3 м²/т на рік. Потреба площі для відкритих систем значно вища. Вона залежить від висоти буртів, їх форми та технології перемішування. Для трикутних буртів із шириною основи 3 м необхідно 1,4 м²/м³. За відсутності автоматичного перемішування потрібна площа може знизитися до 1 м²/м³. Для трапецеїдальних буртів висотою 3 м і шириною основи 10 м необхідно 0,45 м²/м³. Нерідко спосіб компостування і форма буртів вибираються з розмірів наявного майданчика. При розрахунку загальної площі установки можна використовувати такі орієнтовні дані: - 5% – зона розвантаження відходів, - 10% – майданчик для зберігання готового компосту, - 10% – зона проміжного зберігання та інші ділянки, - 75% – площа гниття (з них 40% – для пересування техніки)

Орієнтовні інвестиційні, експлуатаційні та питомі загальні витрати та можливі доходи методу компостування біовідходів наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Орієнтовні показники експлуатації (витрати та доходи) методу компостування біовідходів

Інвестиційні витрати	Експлуатаційні витрати	Питомі загальні витрати
Переважно: - прокладання інженерних комунікацій – залежно від місцевих умов та розмірів встановлення та типу процесу;	1) страхування, поточна експлуатація (паливно-мастильні матеріали, електроенергія, страховка тощо);	Близько 30-70 євро/т (компостування біовідходів домогосподарств обходиться дорожче – 50-70 євро/т, ніж компостування відходів

Інвестиційні витрати	Експлуатаційні витрати	Питомі загальні витрати
- будівельні конструкції – 70-100 євро/т на рік; - машини та обладнання – 110-140 євро/т на рік (придбання агрегату для ворошення коштує приблизно 2000 євро)	2) ремонт та технічне обслуговування (% від обсягу інвестицій): - будівельні конструкції: близько 1%; - машини та електротехніка: близько 3-4%; - мобільні пристрої: 8-15%; - заробітна плата (залежно від ситуації на ринку робочої сили) *відкрите компостування = 35€/т, закрите компостування = 65 €/т	обрізання дерев та чагарників – 30-50 євро/т) ** під час експлуатації систем компостування немає різкого зниження питомих витрат за підвищення обороту, що пояснюється тим, що витрати, обумовлені конструкцією установки, зростають прямо пропорційно до обороту
Можливі доходи		
від продажу товарного компосту		

Основні переваги та недоліки методу компостування біовідходів наведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Переваги та недоліки методу компостування біовідходів

Переваги	Недоліки
Виробництво дефіцитного продукту, що має високий попит	Можливість оброблення лише деяких органічних фракцій побутових відходів
Можливість утилізації значної частки відходів, що веде до розвантаження сміттєзвалищ та інших установок з оброблення відходів, дозволяючи знизити шкідливий екологічний вплив та обсяг витрат	Необхідність роздільного збирання біологічних відходів
Відносна простота поводження, висока надійність системи	Досить висока потреба у площі, тривалий процес оброблення
Відносно низький обсяг інвестиційних коштів	Високі вимоги до якості вихідного матеріалу (компосту) можуть зумовити проблеми при його збуті
Технологія поширена і немає противників	Частково неприємні запахи поблизу установки

2.2.2 Механіко-біологічне оброблення відходів

Механіко-біологічне оброблення (МБО) – метод попереднього оброблення ПВ, якому піддаються змішані відходи з високим вмістом біовідходів. Мета цього виду оброблення полягає в стабілізації відходів та зниженні потенційних ризиків при одночасному суттєвому скороченні маси та обсягу відходів внаслідок їх біологічного розкладання (завдяки зниженню відсотка біологічно активних відходів, що захоронюються на полігоні) та одночасному поділу відходів на різні матеріальні потоки, виділенню матеріалів, що утилізуються, поліпшенню властивостей відходів перед їх подачею на подальші процеси оброблення. Перелік найбільш придатних для методу МБО відходів наведений в табл. 2.8.

При МБО залишкові змішані відходи піддаються обробленню різними механічними та біологічними способами. В результаті цього знижується їх реакційна здатність та потенціал утворення шкідливих речовин, що дозволяє закладати їх у безпечне зберігання. Крім цього, комбінація різних способів оброблення сприяє скороченню обсягу відходів, отриманню придатних для подальшого використання матеріалів і, в деяких випадках, виробленню енергії.

Таблиця 2.8 – Види відходів, що мають найбільшу придатність для методу МБО

Вид відходів	Особливості використання
Змішані побутові відходи	–
Деревні відходи	Тільки в невеликих кількостях, наприклад, залишки без небезпечних домішок від сортування, краще підходить матеріальне оброблення або використання у спеціальних установках з виробництва енергії
Специфічні виробничі чи галузеві відходи	Без небезпечних домішок та здатні до біологічної деструкції
Інші види відходів	Усі біологічно розщеплювані матеріали без шкідливих домішок

Існують різні конфігурації технологічних процесів. Однак у всіх випадках центральною ідеєю є поєднання механічних процесів із біологічним обробленням. Деякі поєднання способів оброблення доведені до рівня комплексних технологій, що включають контроль викиду шкідливих речовин і знешкодження неприємних запахів у закритих системах. Завдяки високій гнучкості технологій МБО вони можуть бути легко видозмінені для адаптації до складу відходів, що змінюється, або підвищення продуктивності установки. При цьому способі оброблення відсутня необхідність запровадження суворих вимог щодо збирання відходів, тобто відпадає необхідність попереднього поділу ПВ.

Основні концепції МБО розрізняються за послідовністю технологічних операцій та мети біологічного оброблення.

При цьому проводиться або механічна підготовка відходів для одержання багатої енергоресурсами фракції для термічної утилізації та енергетично бідної фракції для біологічного очищення (тунельне компостування), або біологічної стабілізації всіх відходів з подальшою механічною стадією оброблення (суха стабілізація).

Вхідні та отримані вихідні матеріали методу МБО та приблизний енергетичний баланс методу наведено в табл. 2.9.

Вимоги щодо якості вихідних матеріалів – відходи після МБО повинні при захороненні відходів мати низький вміст вологи та низьку дихальну активність. Крім того, необхідне відповідне очищення стічних вод з процесу анаеробного зброджування, що дозволить скидати їх у поверхневі води.

Таблиця 2.9 – Вхідні та отримані вихідні матеріали методу МБО

Вхідні матеріали	Вихідні матеріали*
100% змішаних побутових відходів	2-5 % домішок
вода (за наявності біологічної фази зброджування)	1-2 % металів (групи заліза та кольорових металів)
	6-7% вторинної сировини 30-45% альтернативного палива RDF/SRF
	40-50% дрібної фракції для біологічного оброблення, в т.ч.: - 10-25% втрата маси через біологічне розкладання - до 20% виходу у вигляді води - 5% утворюється біогазу - 30-50% підлягають вивезенню на полігон

*виходячи із усередненого складу відходів у країнах Європи

Сучасні установки для МБО відходів мають такі показники продуктивності:
- мінімальна продуктивність (просте гниття): 25 000 т/рік;
- мінімальна продуктивність (анаеробне зброджування): 60 000 т/рік;
- максимальна продуктивність: приблизно 300 000 т/рік.

При використанні процесів тунельного компостування біологічно обробляється тільки певна частина відходів. У біологічному процесі відбувається анаеробне зброджування, компостування або компоненти обох технологій.

Якщо використовується процес анаеробного зброджування, то зазвичай він спрямований на оптимізацію отримання біогазу. Якщо стадією аеробного оброблення є технологія біологічного очищення, то під час процесу компостування змішані відходи, які перетворюються на стабілізований матеріал, направляються на полігон ПВ. При сухій стабілізації (принцип механіко-біологічної стабілізації (МБС) або механіко-біологічне оброблення (МБО)) всі відходи піддаються біологічному обробленню (сущі з виділенням тепла), після чого стабілізований матеріал поділяється на утилізаційні фракції, альтернативне паливо RDF/SRF та залишкові відходи. І тут головна мета полягає у отриманні придатного до спалювання альтернативного палива RDF/SRF (паливозамінника).

МБО зі стадією ферментації виробляють близько 70-170 м³ біогазу з 1 тонни відходів для ферментації. Дослідження щодо визначення екологічного навантаження (в т.ч., утворення CO_2) показали, що захоронення стабілізованих відходів виробляють лише 10% звалищного газу та 10% фільтраційних вод порівняно з необробленими відходами. Використання закритих систем для стадії біологічного оброблення допомагає зменшити емісію та зменшити вихід парникових газів в атмосферу.

Середня потреба МБО в енергії становить близько 20-70 кВт·г/т, причому значна частина енергії (близько 10-30 кВт·г/т) потрібна для попереднього механічного оброблення. Порівняння енергоспоживання різних варіантів процесу МБО наведено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Порівняння енергоспоживання різних варіантів процесу МБО

Споживання МБО	**МБО (Компостування)**	**МБО (Ферментація)**	**МБС (Стабілізація)**
Електрика	45 кВт·г/т	65 кВт·г/т	100 кВт·г/т
Тепло	0	що міститься в газу	0
Газ (при цьому відновлення через термічне окиснення)	41(39) кВт·г/т	58(45) кВт·г/т	25 (25) кВт·г/т

МБО є фазою, що передує захороненню відходів. Хоча до відходів, що обробляються цим способом, не пред'являються особливі вимоги щодо роздільного збору, а попереднє оброблення сприяє кращому дотриманню критеріїв безпечного зберігання відходів, технологічний процес слід організувати таким чином, щоб значна частина цінних речовин, що містяться в відходах, і енергоносіїв виділялася з відходів з метою подальшого видалення (утилізації).

Центральним моментом МБО відходів є біологічний процес, у якому можуть використовуватися лише фракції, що піддаються біологічному розкладу. Тому відходи повинні пройти через процеси механічного оброблення різної інтенсивності та спрямованості – залежно від способів подальшого видалення відходів та необхідної для цього якості фракцій. Дані процеси механічного оброблення застосовуються або перед біологічним обробленням з метою відділення придатних для утилізації матеріалів та тих, що не піддаються розкладанню зі складу біологічних фракцій, або після біологічного оброблення. В результаті цих процесів з обсягу відходів виділяються матеріалопотоки, призначені для утилізації або застосування як альтернативного палива RDF/SRF.

Механічне оброблення

Як правило, механічне оброблення включає різні механічні процеси, що служать для зміни фізичних і паливних властивостей, а також складу перероблюваних відходів з метою полегшення наступних процесів і поліпшення можливості використання різних фракцій.

Для забезпечення ефективного механічного оброблення відходів необхідне наступне мінімальне *технічне оснащення*:

- техніка для зберігання та завантаження відходів;

- пристрої для відділення домішок та сторонніх матеріалів;
- пристрої для попереднього подрібнення.

Якщо механічне оброблення здійснюється до біологічного, тобто при використанні технологічного принципу МБО, *перероблення проводиться в наступній послідовності*.

1) Зберігання та завантаження

Відходи, що надходять, завантажуються в напівбункери або підземні бункери. З напівбункерів домішки можуть бути частково видалені за допомогою автонавантажувачів або спеціальних грейферів. До того ж такий спосіб зберігання дозволяє легко контролювати відходи, що підвозяться. Під час доставки відходів некондиційного складу їх можна виключити з процесу подальшого оброблення. Крім цього, у напівбункерах простіше окремо зберігати різні фракції (наприклад, сухі виробничі відходи, громіздкі відходи ВГВ, вологі ПВ). Ці бункери дешевші за підземні, проте вимагають більшої площі.

У підземних бункерах простіше змішувати відходи, що підвозяться. У той же час, з них складніше відсортувати некондиційні відходи та домішки. Підземні бункери найбільше придатні для зберігання вологих ПВ. Сухі відходи зручніше зберігати у напівбункерах. Тому при МБО відходів перевага надається, як правило, напівбункерам.

2) Відділення домішок та сторонніх матеріалів

При зберіганні відходів у напівбункерах відділення домішок та сторонніх матеріалів може виконуватись за допомогою спеціальних грейферів (грейферних екскаваторів) або автонавантажувачів. Інші некондиційні відходи (акумуляторні батареї, великі шматки синтетичної плівки тощо) відсортуються зазвичай на транспортерних або конвеєрних стрічках. При обробленні сухих ВГВ та промислових відходів часто застосовується метод ручного сортування в кабінах з вентиляцією. Зважаючи на наявність потенційної небезпеки для здоров'я, цей спосіб не придатний для сортування вологих ПВ. З цією метою застосовуються технічні засоби (наприклад, грейферні екскаватори).

3) Подрібнення

На цьому етапі оброблення досягається утворення однорідної суміші відходів, збільшення їхньої реакційної поверхні та видалення упаковки з різних матеріалів, що піддаються подальшому переробленню. Зважаючи на те, що операція попереднього подрібнення є однією з найбільш енергоємних при механічному обробленні, вона застосовується лише в окремих випадках. Тим не менш, ВГВ та промислові відходи завжди повинні попередньо подрібнюватися. Для попереднього подрібнення (до розміру частинок 250-500 мм) використовуються ріжучі пристрої (наприклад, роторні ножі), шредери і дробарки. На операції основного подрібнення (до 100-250 мм) застосовуються роторні ножі, шредери та каскадні млини. Тонке подрібнення (< 25 мм) проводиться за допомогою молоткових дробарок.

Крім цього, механічне оброблення може включати *наступні операції*.

4.1) Відділення чорних металів

Великі металеві компоненти відсортуються в зоні зберігання.

Дрібні металеві шматки, що залишилися у відходах, можуть витягуватися з рухомого і досить добре розподіленого потоку відходів за допомогою встановлених над транспортером електромагнітів. Оскільки метали групи заліза легко витягуються та утилізуються, операція їх видалення є стандартною складовою технологічного процесу установки МБО.

4.2) Відділення кольорових металів

Крім цього, можливе відділення кольорових металів, особливо з матеріалопотоку з розміром частинок < 80 мм. Можливий продаж відсортованих кольорових металів дозволяє отримувати суттєву виручку.

5.1) Відсіювання крупнозернистих фракцій

За наявності у відходах значної частки синтетичних матеріалів та деревини нерідко виробляється їх відділення разом із папером та картоном у барабанному грохоті. Відсіювання частинок розміром від 100 до 150 мм дозволяє одержати у надекранному продукті висококалорійну фракцію (суміш із паперу, картону, пластмаси та деревини).

У підекранному продукті залишаються матеріали, що піддаються біологічному розкладанню. Барабанний грохот не придатний для просіювання великих відходів. У разі

утворення в надекранному продукті суміші, що є альтернативним паливом RDF/SRF, вона піддається додатковому подрібненню, а також сушінню та ущільненню.

5.2) Відділення легкої та важкої фракції пневматичним способом

Шляхом сортування, наприклад, за допомогою пневматичного сепаратора, можна відокремити від висококалорійної фракції каміння та склобій. Однак ця технологія застосовується не так часто, як грохот.

6) Відділення шляхом ручного сортування

Якщо сухі відходи (особливо промислові, громіздкі ВГВ та будівельне сміття) містять значну частку придатних для утилізації матеріалів, можлива організація ручного сортування. Як правило, це сортування проводиться безпосередньо після грубого просіювання. Для виробництва альтернативного палива RDF/SRF та ретельного відділення різних фракцій із змішаних відходів більш ефективною є пневматична сепарація.

7) Додаткове подрібнення

У разі використання висококалорійної фракції як альтернативного палива RDF/SRF нерідко потрібне її додаткове подрібнення. Для цього часто використовуються швидкохідні ножиці, що дозволяють подрібнювати відходи до розміру 60-80 мм. Якщо потрібно подрібнення до дрібніших частинок, з відходів необхідно виготовити пелети, що пов'язано зі значними технічними витратами.

8) Пресування в пакунки

Для оптимізації зберігання та полегшення транспортування відсортовані матеріали (пластмаса та макулатура) часто пресуються у пакунки.

При використанні технологічного принципу МБО після біологічної стабілізації, як правило, слідують операції механічного відділення металу (*4*), грохочення (для отримання мінеральної фракції). Перед біологічним обробленням може виникнути необхідність відділення домішок та попереднього подрібнення.

Біологічне оброблення

Для біологічного оброблення можуть використовуватися різні технології (до них входять інтенсивне розкладання та компостування або анаеробне зброджування).

Варіанти реалізації біологічної фази оброблення в рамках технологічного принципу МБО

Як і під час компостування, для розкладання відходів можуть застосовуватися статичні та динамічні методи. До статичних відносяться простіші способи розкладання. При цьому відходи не перемішуються в процесі біологічного розкладання. Перетворені на однорідну суміш відходи укладаються в купи, трикутні або трапецієподібні бурти. Бурти споруджуються на герметичній основі, щоб уникнути зараження ґрунтових вод.

Спосіб інтенсивного розкладання в тунелях

У найпростіших випадках і при менш жорстких вимогах до оброблення відпрацьованого газу, зазвичай реалізується спосіб біологічного гниття за принципом витяжної труби. В результаті самонагрівання матеріалу, що розкладається, виникає повітряний потік, що забезпечує постачання матеріалу, що розкладається, киснем. Системи гниття без циркуляції повітря та без застосування технічних засобів для покращення циркуляції повітря та зволоження використовуються в більшості у процесах розкладання з пасивною циркуляцією повітря (на відкритих майданчиках звалищ).

Для забезпечення активного розкладання застосовуються способи з активною подачею повітря та регулюванням вологості та вмісту кисню.

Компостери та перегнійні контейнери працюють у режимі завантаження-розвантаження. Повітря подається через перфороване днище, відпрацьоване повітря відсмоктується та фільтрується. Перед гниттям відходи потребують ретельного механічного оброблення. Інтенсивне гниття триває 8-10 діб. Технологія проста та довговічна.

Можливе застосування і таких динамічних та квазідинамічних методів, як перегнійні барабани, тунельні реактори та бурти з регулярним розпушенням.

Технології інтенсивного розкладання показують чудові результати на установках МБО. Вони застосовуються для біологічного сушіння та стерилізації всього потоку відходів і дозволяють отримувати матеріали, переважно придатні для спалювання. При сушінні використовуються біологічні властивості відходів. Для цих цілей технічні системи заповнюються вщент в основному несортованими, однак, гомогенізованими відходами. Фільтраційна вода та повітря збираються, останнє очищається. Зважаючи на несортованість вхідних відходів, високу освіту шкідливих речовин і фільтраційної води на першому етапі оброблення процес повинен протікати в закритій системі.

Завдяки зниженню вологості за рахунок біологічного сушіння та подальшого відділення негорючих матеріалів оброблені відходи придатні для використання як альтернативне паливо RDF/SRF. Калорійність отриманого таким чином палива становить близько 12-16 МДж/кг, що дозволяє застосовувати його у промислових печах.

При *анаеробному зброджуванні* біологічне розкладання відбувається без присутності кисню в закритому реакторі. Існує сухий та вологий спосіб зброджування.

На установках МБО анаеробне зброджування використовується, як правило, для оптимізації виробництва біогазу, у деяких випадках – націлене на оптимізацію виробництва біогазу та альтернативного палива RDF/SRF. Зважаючи на неоднорідність матеріалу, що піддається зброджуванню, найбільш поширеним є одноступінчастий *метод сухого зброджування*, перевагами якого є низька витрата води та, зважаючи на підвищений вміст сухої маси, можливість більш широкого використання осаду (порівняно з вологим способом). Процес зброджування триває приблизно 18-21 діб. Після цього вихідний матеріал зневоднюється пресуванням. Тверді залишки подаються на компостування з подальшим вивозом на полігон ПВ, а відпрацьована вода піддається додатковому обробленню.

Відпрацьоване повітря з установок МБО та МБС підлягає обов'язковому збору та очищенню. Для цього – залежно від застосовуваних технологій, обсягів повітря та нормативних документів – можуть використовуватись біологічні фільтри або такі термічні методи, як технологія відновлювального окиснення. До переваг термічних методів належить майже повне видалення органічних сполук. До їх недоліків можна віднести високу енергоємність (особливо за відсутності на установці власного біогазу) і поки що відносно високі витрати на технічне обслуговування. Крім того оброблення залишкових відходів методом анаеробного зброджування пред'являє певні вимоги до оснащення, кваліфікації персоналу та планування установки.

Спеціальні характеристики та основні вимоги до застосування методу МБО (в т.ч., вигляд та обсяг його застосування) наведено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Спеціальні характеристики та основні вимоги до застосування методу МБО

Спеціальні характеристики та вимоги до застосування	
Необхідність попереднього оброблення	необхідності немає
Можливості використання вихідного матеріалу	чорні та кольорові метали вирушають на переплавлення, висококалорійні фракції можуть використовуватися для вироблення енергії (шляхом промислового спалювання). Також, наскільки можуть дозволити вимоги законодавства, залишкові відходи можна застосовувати після відповідного додаткового оброблення (просіювання, додаткова стабілізація) для покриття закладених на зберігання відходів, а також у роботах по санації території
Можливості знешкодження та захоронення вихідного матеріалу	оброблена дрібна фракція придатна для зберігання або подальшого термічного оброблення

Спеціальні характеристики та вимоги до застосування	
Необхідність додаткового оброблення	необхідні заходи щодо мінімізації впливу та подальшого оброблення викидів, що виникають (відпрацьоване повітря, стічні води). Крім цього, захоронення відходів, що пройшли МБО, потребує проведення додаткових заходів щодо моніторингу
Особливі вимоги щодо безпеки	відпрацьоване повітря установок МБО підлягає збору та очищенню. При утворенні стічних вод вони також повинні збиратися та проходити очищення. Крім цього необхідно вжити додаткових технічних та організаційних заходів щодо запобігання та мінімізації поширення неприємних запахів. Спеціальні запобіжні заходи повинні застосовуватися через здатність відходів до самозаймання з погляду протипожежної безпеки
Потенційні ризики для здоров'я людей	при відкритих процесах оброблення та МБО відходів існує підвищена небезпека присутності в повітрі мікроорганізмів та спор. Співробітники повинні застосовувати передбачені технічні та індивідуальні засоби захисту (напівмаски)
Допоміжні засоби та матеріали	тільки вказані вище засоби та матеріали
Потреба в персоналі	потреба у робочій силі багато в чому залежить від продуктивності установки. Середня кількість аналогічна кількості співробітників установки для компостування. За наявності лінії ручного сортування потреба у робочій силі збільшується відповідним чином. Спеціально навчений персонал потрібен особливо при виконанні складних процесів
Необхідна площа, особливості реалізації	Мінімальна зайнята площа залежить від продуктивності установки. Додаткових площ майже не потрібно, якщо установка входить до складу сховища для відходів (потрібна лише територія для компостування у буртах та майданчиків під перегній). Орієнтовно можна виходити з потреби у площі під установки для компостування та анаеробного зброджування

Орієнтовні інвестиційні, експлуатаційні та питомі загальні витрати та можливі доходи методу МБО наведені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Орієнтовні показники експлуатації (витрати та доходи) методу МБО

Інвестиційні витрати	Експлуатаційні витрати	Питомі загальні витрати
Здебільше: - придбання земельної ділянки, прокладання комунікацій – залежно від місцевих умов та планованої продуктивності (витрати значно нижчі при спорудженні установки на полігоні ПВ); - будівлі та обладнання: *механічна фаза*: - будинки з бункером: 40 євро/(т на рік) - стаціонарна техніка: 20-80 євро/(т на рік)	- заробітна плата (залежно від розцінок на місцевому ринку праці) - енергоспоживання, страхування тощо - ремонт та технічне обслуговування (для кожного компонента установки: приблизно 1% обсягу інвестицій)	Близько 40-120 євро/т лише за оброблення (без витрат на захоронення та використання альтернативного палива RDF/SRF)

Інвестиційні витрати	Експлуатаційні витрати	Питомі загальні витрати
- мобільна техніка: 5-10 євро/(т на рік) *біологічна фаза:* Розкладання: - будівельні елементи: 70-90 євро/(т на рік) - стаціонарна техніка: 110-140 євро/(т на рік) Зброджування: - будівельні елементи: 50-60 євро/(т на рік) - стаціонарна техніка: 130-180 євро/(т на рік) *орієнтовно повністю укомплектована установка МБО продуктивністю 50 тис. т/рік коштує близько 12 млн. євро, продуктивністю 220 тис. т/рік – близько 40 млн. євро. При організації спрощених процесів МБО на існуючих полігонах ПВ – 15-20 євро на тонну відходів	- мобільна техніка (наприклад, навантажувачі): 8-15% обсягу інвестицій **установки для МБО шляхом анаеробного зброджування мають підвищене зношення у порівнянні з установками для розкладання біодходів, чим зумовлені вищі витрати на їх технічне обслуговування (загальна вартість установки з річною продуктивністю 150 тис. тонн складає 90 євро/тонну)	
Можливі доходи		
Від продажу вторинної сировини		

Основні переваги та недоліки методу МБО наведені у табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Переваги та недоліки методу МБО

Переваги	Недоліки
Скорочення обсягу та реакційного потенціалу відходів, що закладаються на зберігання, що сприяє зниженню необхідних для зберігання площ, а також зменшенню виділення шкідливих газів, обсягу фільтраційних вод та утворення неприємних запахів	Зважаючи на не зовсім повну мінералізацію, відходи потребують додаткового оброблення, а звалища – в подальшому контролі
Оброблення різноманітних матеріалів та отримання різних фракцій для подальшого видалення	Не повне використання енергетичної цінності відходів
Можливість вироблення енергії (використання біогазу з біологічного процесу та/або шляхом використання отриманого альтернативного палива RDF/SRF)	
Можливість реалізації у спрощеній та дешевшій формі	

2.2.3 Спалювання відходів (у шаровій топці)

Спалювання відходів у шаровій топці – метод термічного оброблення відходів, що застосовується для зменшення обсягу та потенціалу ризику відходів, що зберігаються, шляхом мінералізації, руйнування та осадження більшої частини неорганічних забруднювачів та для отримання енергії з відходів (інтегрованою частиною процесу є очищення димових газів). Метод є однією з найпоширеніших технологій спалювання, яка застосовується до масового спалювання змішаних побутових та промислових відходів, причому сфера застосування цієї технології досі є світовим лідером. Вона включає здатність виробляти енергію з відходів (зокрема, когенерація). На відміну від інших способів спалювання, відходи подаються на колосникові грати в камері згоряння. Перелік найбільш придатних для методу спалювання в шаровій топці відходів наведений в табл. 2.14.

Вхідні та отримані вихідні матеріали методу спалювання в шаровій топці та приблизний енергетичний баланс методу наведено відповідно в табл. 2.15 та 2.16.

Таблиця 2.14 – Види відходів, що мають найбільшу придатність для методу спалювання в шаровій топці

Вид відходів	Особливості використання
Змішані побутові відходи **Лакофарбові відходи**	–
Папір/картон/картонажні вироби	Пріоритетом є матеріальні шляхи утилізації, при цьому необхідною є механічна підготовка. Спалювання в шаровій топці слід застосовувати тільки для оброблення горючих компонентів, що відокремлюються при сортуванні цих відходів
Деревні відходи	Слід перевірити можливість та віддати перевагу утилізації окремих матеріалів (рециклінг деревини), особливо фракцій необробленої натуральної деревини. Можливе також використання спеціальних технологій спалювання деревини (моноустановки)
Відпрацьована олія	Тільки у невеликих кількостях. Слід перевірити і в разі необхідності віддати перевагу можливості оброблення матеріалів або іншого термічного оброблення (наприклад, промислове спалювання)
Небезпечні відходи (НВ)	Частково тільки горючі речовини
Специфічні виробничі чи галузеві відходи **Інші види відходів**	Горючі речовини

Таблиця 2.15 – Вхідні та отримані вихідні матеріали методу спалювання в шаровій топці*

Вхідні матеріали	Вихідні матеріали
Побутові відходи	Шлак – 200-350 кг на тонну вхідних матеріалів
Вода (парогенератор, охолодження), потреба у свіжій воді становить не менше 1 м³/год на кожну т/год витрати	Зола/пил з котла та від очищення димових газів – 25-40 кг на тонну вхідних матеріалів
	Димові гази – 4 500-6 000 м³ на тонну вхідних матеріалів
	Вода (від парогенератора)

*у зв'язку із вмістом частки регенеративних компонентів у відходах (що досягають у Європі в середньому 50 %) порівняно з викопним паливом можна досягати позитивного балансу CO_2

Таблиця 2.16 – Приблизний енергетичний баланс методу спалювання в шаровій топці

Вхідні матеріали		Вихідні матеріали	
Побутові відходи	100%	Димові гази та втрати при спалюванні	18%
Допоміжна енергія (наприклад, природний газ)	< 3% побутових відходів, що вводяться	Пар	82%, з цього: - 1,6% пар на власні потреби - до 29% електроенергія (з цього 81% – передача електрики, 19% – на власні потреби) - 19% на власні потреби

Подача відходів, що спалюються, на колосникову решітку системами завантаження, а також спалювання здійснюється при цьому методі безперервно протягом доби, в той час як доставка відходів до установки здійснюється періодично (у більшості випадків в денний час). Тому перед шаровою топкою завжди встановлюється підземний бункер. Крім постійного зберігання необхідного запасу він забезпечує перемішування відходів, що забезпечує їх гомогенізацію перед спалюванням (встановлення приблизно стабільних показників теплотворної здатності).

В даний час на ринку пропонуються різні системи топок з колосниковими ґратами. За основними напрямками подачі відходів та димових газів бувають такі варіанти систем:

- *прямоточні системи* (доцільно застосовувати при відходах з високою теплотворною здатністю (> 9 МДж/кг). Димові гази, що не повністю згоріли, змушені проходити зону з максимальною температурою, що забезпечує краще вигоряння димових газів і шлаку. Завдяки цьому можна відмовитись від камери допалювання);

- *протиточні системи* (більш придатні для відходів з низькою теплотворною здатністю. Висока температура димових газів сприяє сушінню та спалюванню відходів, проте можливим ризиком є погане перемішування димових газів, у зв'язку з чим їх допалювання є абсолютно необхідним);

- *системи з центральним потоком* (використовуються якщо на спалювання надходять відходи з широким діапазоном теплотворної здатності).

Системи з колосниковими гратами транспортують відходи так, що забезпечується хороше перемішування та проходження через різні температурні зони.

Є три різні системи:

- при *системі з перештовхувальними колосниковими ґратами* відходи транспортуються колосниками. Похила поверхня решітки не є необхідною, хоч і пропонується деякими виробниками. За рахунок прискорення руху ґрат можна збільшити швидкість подачі. Це надає можливість контролю часу перебування в печі та адаптації до коливань під час завантаження відходів на решітку. Перештовхувальні грати є в даний час найважливішою системою колосникових грат на нових установках;

- при *системі із зворотно-перештовхувальною решіткою* відходи транспортуються під дією сили тяжіння. Похила поверхня є необхідною, тому що відходи та грати рухаються у протилежних напрямках. Зворотно-перештовхувальні грати придатні, наприклад, для вологих відходів;

В обох типах колосникових ґрат можна використовувати стрижні з водяним охолодженням.

- при *системі з валковими гратами* матеріал транспортується за рахунок комбінації сили тяжіння в результаті нахилу поверхні решітки та руху валків для транспортування відходів. Рухи, що рухаються, транспортують відходи вниз. Швидше обертання валків призводить до прискорення транспортування, але не поліпшення перемішування.

Ефективне спалювання на колосникових гратах відбувається при температурі 850-950°С. В кінці решітки, що повільно рухається, залишки після згоряння падають в заповнене водою пристрій шлаковидалення. Димові гази, що утворилися в процесі спалювання, надходять у камеру допалу, де вони догоряють при температурі 850°С. Димові гази виникають здебільшого в зоні допалювальної камери, де вони вигоряють при температурі від 850°С до понад 1 000°С. У паровому котлі димові гази охолоджуються до 200-400°С. При цьому утворюється в більшості випадків перегріта пара (не більше 40 бар, 400°С). Пар можна використовувати для виробництва електроенергії та як технологічна пара для централізованого теплопостачання.

Необхідна для рентабельної роботи продуктивність становить не менше 50 тис. т/рік = витрата 6,5 т/год, максимальні розрахункові показники становлять близько 225 тис. т/рік = витрата на одну лінію 30 т/год, причому кількість ліній не обмежена. Продуктивність найбільших на сьогодні установок складає 800-1 000 тис. т/рік.

Нові системи колосникових грат з водяним охолодженням дозволяють спалювати висококалорійні суміші відходів з теплотворною здатністю близько 16 МДж/кг. До цього часу теплотворна здатність утримувалася лише на рівні нижче 12 МДж/кг, так як інакше теплове навантаження на ґратчасті системи ставало занадто високим і виникала небезпека розплавлення або значного скорочення терміну служби ґрат.

Топки з колосниковими решітками можуть у принципі застосовуватися у комбінації з усіма попередніми спалюванню заходами і процесами оброблення відходів, вони виконують завдання мінералізації всіх горючих речовин, які не можуть використовуватися чи оброблятися іншим способом. Перевагою є ще й синергетичний ефект при взаємопов'язані з процесами/промисловістю, що мають велику потребу в тепловій енергії, і яку вони можуть отримати від сміттєспалювальних заводів або здійснити підведення основного навантаження централізованого теплопостачання.

Метод спалювання в шарових топках необхідно пов'язувати з очищенням димових газів, оскільки гази, що утворюються при спалюванні, містять значну кількість шкідливих для здоров'я речовин.

Можливими та бажаними є також комбіноване виробництво та постачання електричної та теплової енергії. Однак при цьому діє наступне правило: збільшення виробництва пари для використання тепла призводить до зменшення потенціалу виробництва електроенергії. Типовими випадками комбінації є, наприклад, електроенергія 5% плюс тепловіддача 35% або електроенергія 10% плюс тепловіддача 20%. Залежно від розташування, сучасні установки можуть значно покращити ці показники.

Основні технічні вимоги до методу спалювання в шаровій топці наведено в табл. 2.17.

Таблиця 2.17 – Основні технічні вимоги до методу спалювання в шаровій топці

Параметр	Вимоги
Якість матеріалу, що надходить (відходів)	Використання матеріалу, що надходить (відходів) з наступними параметрами: 1) теплотворна здатність: - з повітряним охолодженням колосникових грат – > 6 МДж/кг та < 12 МДж/кг - з водяним охолодженням колосникових грат – 6 МДж/кг до 25 МДж/кг; 2) розмір часток: < 300 мм (виключення до 1000 мм)
Очищення димових газів	Необхідне
Наявність надлишкової теплової енергії	Переважно повинна бути можливість віддачі надлишкової теплової енергії (пара або гаряча вода) стороннім споживачам
Когенерація електроенергії	Альтернативно або додатково необхідно мати підключення для передачі електроенергії до мережі загального користування

Спеціальні характеристики та основні вимоги до застосування методу спалювання відходів у шаровій топці (в т.ч., вигляд та обсяг його застосування) наведено в табл. 2.18.

Орієнтовні інвестиційні, експлуатаційні та питомі загальні витрати та можливі доходи методу спалювання відходів у шаровій топці наведені в табл. 2.19.

Таблиця 2.18 – Спеціальні характеристики та основні вимоги до застосування методу спалювання відходів у шаровій топці

Спеціальні характеристики та вимоги до застосування	
Необхідність попереднього оброблення	З відходів мають бути видалені великі компоненти, що створюють перешкоди (наприклад, великі металеві деталі). Відходи не повинні містити радіоактивні компоненти (вхідний контроль). У деяких випадках потрібне попереднє подрібнення (для ВГВ)
Можливості використання вихідного матеріалу	Шлак, що утворюється в результаті спалювання, може йти на захоронення або використовуватись після додаткового оброблення, яка включає відділення металів та подрібнення / гомогенізацію, після чого матеріал може застосовуватися для будівельних цілей (наприклад, дорожнє будівництво)
Можливості знешкодження та захоронення вихідного матеріалу	Залишки після спалювання (шлаки, зола) придатні для захоронення на полігоні ПВ, але з речовинами, сепарованими при очищенні димових газів, необхідно поводитися як з небезпечними відходами (НВ) та направляти їх на захоронення на спеціальні об'єкти, придатні та допущені для цих речовин. Переважною є утилізація за допомогою закладки матеріалу у відпрацьовані підземні шахти або захоронення у підземні сховища відходів (полігон для НВ)
Необхідність додаткового оброблення	Речовини, уловлені в процесі очищення димових газів та інших процесів термічного оброблення, належать до категорії НВ і підлягають відповідному обробленню при захороненні на спеціальних полігонах
Особливі вимоги щодо безпеки	Відпрацьовані гази з джерел горіння повинні бути оброблені та очищені таким чином, щоб не виникло жодного підвищеного ризику для здоров'я або несприятливого впливу на довкілля. При будівництві сміттєспалювальних заводів, зокрема, для зниження рівня шуму, повинна враховуватися мінімальна відстань до найближчих будівель
Потенційні ризики здоров'ю	Виділення необроблених димових газів створює великий ризик для здоров'я населення у прилеглих зонах, чому можна ефективно протидіяти, застосовуючи сучасну технологію очищення та захисні заходи. Установки для спалювання відходів, що використовують технологію очищення димових газів за останнім словом техніки, вважаються безпечними для здоров'я
Допоміжні засоби та матеріали	- нафта або природний газ (для запуску та зупинки встановлення та додаткового випалу при знижених температурах у камері допалення); - адсорбенти та інші реагенти (вапно та рідкий аміак та інші деталі) (для очищення димових газів)
Потреба в персоналі	Для режиму 24/7 експлуатації установки необхідно: - 15 навчених працівників на одну лінію на день (мінімум 1 інженер та 2 бригадира); - додатковий персонал для адміністрації, збиральних робіт та вахтерської служби. Спеціально для технічного управління персоналом потрібен кваліфікований персонал. Число ліній на установці впливає менше на потребу в персоналі, ніж інстальоване обладнання для очищення димових газів

Спеціальні характеристики та вимоги до застосування	
Необхідна площа, особливості реалізації	Мінімально необхідна площа становить близько 10 000 м² при витраті 50 000 т/рік або 30 000 м² при витраті 200 000 т/рік. У зв'язку з наявністю підземного бункера рівень ґрунтових вод не повинен бути надто високим

Таблиця 2.19 – Орієнтовні показники експлуатації (витрати та доходи) методу спалювання відходів у шаровій топці

Інвестиційні витрати	Експлуатаційні витрати	Питомі загальні витрати
сильно різняться залежно від застосовуваної технології процесу і може бути під час будівництва нового заводу від 50 до/більше 200 млн. євро	1) експлуатаційні витрати становлять від 34 євро/тонну до 102 євро/тонну; 2) витрати на ремонт та технічне обслуговування (від інвестиційних витрат на рік): - на кожний елемент близько 1%; - обладнання та електротехніка близько 3-4%; 3) витрати на персонал – залежно від місцевого ринку праці	орієнтовно 80-250 євро/т* (включаючи очищення димових газів) * велика продуктивність установки, просте очищення димових газів і гарна ситуація в галузі отримання доходів від продажу електроенергії та пари покращують, як правило, ситуацію щодо витрат
Можливі доходи		
Внаслідок продажу електроенергії та пари / гарячої води		

Основні переваги та недоліки методу спалювання відходів у шаровій топці наведені у табл. 2.20.

Таблиця 2.20 – Переваги та недоліки методу спалювання відходів у шаровій топці

Переваги	Недоліки
Максимальне зменшення обсягу відходів, що йдуть на захоронення (за рахунок надійної та перевіреної техніки утилізації відходів)	Високі інвестиційні витрати (зокрема для виконання вимог безпеки)
Зниження потенціалу шкідливих речовин та реакційних можливостей відходів	Активне занепокоєння потенційними ризиками для здоров'я мешканцями громади
Можливість використання енергії з відходів для вироблення електроенергії та тепла/холоду	Потреба у великій кількості висококваліфікованих робітників
Відновлення чорних та кольорових металів при переробленні золи та шлаку	Висока залежність від дотримання технологічного регламенту
Оброблення фракцій, що містять небезпечні речовини для виведення їх із циклу утилізації	Потреба у системі хімічного очищення димових газів

2.2.4 Брикетування

Брикетування застосовується для тимчасового зберігання ПВ, які потребують подальшого перероблення, не є технологією оброблення відходів.

Брикетування ПВ рекомендується здійснювати на спеціальних пресах з питомим тиском не менше 20 кг/см². Брикетуванню підлягають компоненти ПВ, отримані або при роздільному зборі відходів, або в результаті сортування загального потоку відходів на сміттєсортувальних лініях. Ущільнення сприяє зменшенню займаного об'єму в 5-6 разів і приводить до економії місця при зберіганні і транспортуванні для подальшого перероблення.

2.2.5 Здійснення вибору технології оброблення та підготовки до захоронення відходів

Операції з оброблення відходів, засновані на принципі анаеробного зброджування або ферментації, слід розглядати як елемент, що доповнює компостування в галузі біологічного оброблення відходів. Вони мають при цьому перевагу, тому що додатково використовується енергія, що знаходиться у відходах. Як правило, установки займають менше місця та мають менше обмежень щодо чистоти вихідного матеріалу. Анаеробне зброджування тому може застосовуватися як самостійний процес для оброблення біологічних, по можливості окремо зібраних відходів, але воно може також виступати невід'ємною складовою МБО змішаних залишкових відходів, яке утвердилося як метод оброблення відходів, із запровадженням заборони на захоронення необроблених відходів. Цей вид оброблення відходів поряд, наприклад, з альтернативним спалюванням дозволяє значно скоротити обсяг потоку відходів, що підлягають захороненню, і, зокрема, звести до мінімуму біологічно реакційні речовини в цьому потоці відходів. Ця технологія поєднує на багатьох стадіях процесу виділення речовин для рециклінгу, а також енергетичне використання та/або стабілізацію фракції, що біологічно розкладається перед захороненням.

МБО відходів є загальним поняттям для всіх концепцій, що передбачають оброблення відходів комбінацією механічних та біологічних процесів, включаючи технології із зворотною послідовністю процесів. Основними відмітними ознаками різних концепцій є послідовність найважливіших стадій процесу і мета біологічної стадії оброблення. Основні етапи процесу у загальному технологічному ланцюжку орієнтується або на концепцію «розкладання», або на ідею «стабілізації».

У разі варіанта «розкладання» спочатку відбувається механічний поділ загального потоку вихідних матеріалів на придатні до різної утилізації, у певних випадках використовуються для енергетичних цілей або фракції, що підлягають подальшому біологічному обробленню. Як стадія біологічного оброблення можуть застосовуватися методи розкладання або бродіння або комбінації окремих елементів обох методів. При застосуванні методу анаеробного зброджування як біологічна ступінь оброблення, основна увага в ході конфігурації процесу приділяється оптимізованому виробництву біогазу. При застосуванні методу розкладання у разі змішаних залишкових відходів основне завдання полягає в отриманні біологічно стабілізованого або звільненого від шкідливих речовин і придатного до енергетичного використання матеріалу.

При підході з позицій «стабілізації» відходи в повному обсязі зазнають біологічного оброблення. Мета полягає в біологічному сушінні та максимальній гігієнізації відходів до наступного механічного відділення негорючих складових частин. Потік матеріалу, що залишається, може використовуватися як так званий паливозамінник для виробництва енергії на відповідних установках для спалювання.

МБО відходів не є методом повного оброблення відходів, оскільки залишок, що отримується при цьому, повинен піддатися додатковим операціям у формі впорядкованого захоронення або спалювання. Однак є необхідним вже до будівництва установок або до використання МБО відходів вибрати одну із двох зазначених операцій.

Спалювання відходів або їх термічне використання широко застосовується як важливий складовий елемент реалізації сучасної інтегрованої стратегії управління відходами. У числі варіантів отримання енергії та відведення тепла від спалювання відходів, як і раніше, є найбільш надійним і ефективним, що приносить вигоду методом утилізації непереробних відходів, які не можуть утилізуватися іншим шляхом. Звичайні методи спалювання, наприклад, спалювання на колосникових гратах і спалювання у завислому шарі, також постійно вдосконалюються щодо безпеки та ступеня ефективності. Крім того, у комбінації з відповідною технологією очищення та подальшого догляду вони придатні також для дуже широкого спектру відхідних матеріалів, включаючи відходи з високим вмістом шкідливих речовин, і добре зарекомендували себе в усьому світі.

Використання відходів як альтернативного палива RDF або паливозамінника в промисловості для виробництва енергії є способом оброблення вибраних або відповідних компонентів відходів. Йдеться про спільне спалювання спеціально оброблених (відокремлених від інших відхідних матеріалів) та підготовлених висококалорійних відходів у промислових топках (цементні печі або електростанції, пічні установки паперової промисловості) або їх застосування у вигляді моноспалювання на електростанціях, що спеціалізуються на цьому.

До всіх термічних процесів оброблення повинні застосовуватися суворі правила та вимоги щодо запобігання, скорочення та контролю потенційно токсичних та інших емісій, що істотно впливають на навколишнє середовище. Ці становища чи втручання впливають значною мірою на потребу у капіталі і виробничих витратах установок для спалювання відходів. Вигляд емісій, що виникають врешті-решт, і необхідність їх оброблення або контролю сильно залежать від складу відходів і застосовуваного для їх спалювання процесу. При застосуванні та вдосконаленні термічних шляхів оброблення необхідно звертати посилену увагу на зменшення емісій. Надзвичайно велику роль відіграють технології очищення димових газів.

Вибір методу оброблення відходів та типу споруд об’єкту поводження з відходами у конкретному населеному пункті чи регіоні цілком залежить від місцевих умов і здійснюється на основі техніко-економічних та еколого-гігієнічних чинників.

Основними факторами, які обумовлюють вибір методів оброблення ПВ, можуть бути: склад, властивості та кількість ПВ, методи їх збирання; місцеві умови – чисельність населення, потреби у вторинній сировині, наявність місцевих підприємств, які можуть переробляти окремі компоненти ПВ; можливість використання корисних властивостей компонентів ПВ; капітальні та інші початкові витрати на впровадження та оброблення ПВ; експлуатаційні витрати на оброблення ПВ з урахуванням повернених сум вартості продуктів оброблення тощо. Враховується також можливість відведення земельних ділянок під такі об’єкти.

Одним з головних завдань при обробленні відходів є зниження ризику для здоров’я людей та забруднення довкілля. Пріоритетними методами є такі, що зводять негативні наслідки нанівець чи хоча б дозволяють їх мінімізувати. У будь-якому разі, зниження ризику при поводженні з відходами повинно гарантуватися дотриманням санітарних правил та відповідних гігієнічних нормативів. Базовими є дослідження морфологічного та фракційного складу відходів, їх щільності, вологості, теплотехнічних властивостей.

РОЗДІЛ ІІІ. АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА (РОЗМІЩЕННЯ) ОБ'ЄКТУ ОБРОБЛЕННЯ (СОРТУВАННЯ) ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Під час здійснення проектних завдань та експлуатаційних функцій будь-якого проекту чи підприємства відбуваються події або явища, які можуть впливати на їх результативність та ефективність. Ці події важливо визначати, враховуючи їх потенціал створення нових можливостей для підприємства або, навпаки, їх можливий негативний вплив на досягнення їх мети (місії), цілей, завдань, якість надання послуг та інше. Крім цього, важливо враховувати і внутрішні, і зовнішні обставини, які призвели до виникнення цих подій.

3.1 Аналіз безпекового підґрунтя реалізації проектів в сфері поводження з відходами

На сьогодні в Україні та окремо взятих регіонах реалізація проектів за різними варіантами оброблення побутових відходів (ПВ), включаючи механіко-біологічне оброблення (МБО), може стикатись з рядом ризиків, які призведуть до затримки реалізації проекту або до повної його зупинки.

Окреслимо проблематику в контексті формування безпекового підґрунтя для реалізації проектів поводження з відходами на державному, економічному, соціальному та технологічному рівнях в рамках проведення факторного PEST-аналізу, який наведено у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – PEST-аналіз безпекового підґрунтя реалізації проектів в сфері поводження з відходами

Політичні (державні) фактори	**Економічні фактори**
Виконання Національного плану управління відходами в Україні до 2030 року	Впровадження механізму розширеної відповідальності виробника
Прийняття підзаконних нормативно-правових актів до Закону України «Про управління відходами» з метою реалізації закладених механізмів	Введення інвестиційної складової тарифів за послуги (відшкодування економічно обґрунтованих витрат на поводження з відходами та обслуговування)
Розвиток інституціональної структури розподілу повноважень та відповідальності різних органів виконавчої влади в сфері управління відходами	Розвиток ринку вторинної сировини
Розвиток та сприяння державно-приватному партнерству	Укріплення платіжної дисципліни серед населення
Забезпечення кредитних програм щодо створення регіональних об'єктів інфраструктури управління відходами	Забезпечення стандартизації продуктів після оброблення відходів
Соціальні фактори	**Технологічні фактори**
Проінформованність населення та активна участь громадськості у прийнятті рішень	Створення інфраструктури збирання, перевезення, оброблення та захоронення відходів
Дотримання екологічних, санітарно-гігієнічних стандартів благополуччя населення	Розширення техніко-технологічних можливостей збирання відходів, їх перевезення, сортування, компостування, оброблення та захоронення
Підвищення рівня охоплення послугами зі зібрання відходів, в тому числі, роздільного збирання через контейнерну систему, за допомогою пунктів приймання вторинної сировини, пунктів приймання товарів, які	Рекультивація полігону побутових відходів за сучасними стандартами

були у вжитку, пунктів приймання товарів з метою ремонту, тощо	
Забезпечення екоосвіти для населення	Створення інформаційно-аналітичної системи обліку обсягів побутових відходів
Забезпечення доступу населення до інформації про стан сфери управління відходами	Дотримання правил експлуатації об'єктів інфраструктури управління відходами та систем збирання, перевезення, оброблення та захоронення.
Забезпечення інклюзивного доступу до систем і споруд збирання та вивезення відходів	Забезпечення своєчасної модернізації, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів інфраструктури управління відходами, машин та механізмів

Зазначений зріз факторів демонструє взаємопов'язаність комплексу завдань на основі Національного плану управління відходами в Україні до 2030 року і свідчить, що скоординоване управління здатне забезпечити екологічно- і соціально безпековий розвиток, реалізацію проектів будівництва у сфері управління відходами, а також створити ризики невиконання або затримки реалізації.

3.2 Аналіз ризиків впровадження різних проектів будівництва об'єкту оброблення відходів

На основі PEST-аналізу безпекового підґрунтя реалізації проектів в сфері поводження з відходами сформуємо основні ризики, які можуть виникнути під час реалізації проекту будівництва об'єкту оброблення ПВ (включаючи різні технологічні варіанти). Результати оцінки наведено у формі табл. 3.2. Ризики поділені на економічні, соціальні та технологічні. Ступінь впливу ризику на техніко-економічні показники оцінюється як «високий» та «середній». Високий вплив здатен зупинити реалізацію проекту або суттєво відтермінувати плановану діяльність. Середній вплив здатен змінити ефективність роботи та вплинути на техніко-економічні показники. Ризики з низьким впливом не брались до уваги.

Таблиця 3.2 – Аналіз ризиків впровадження різних проектів будівництва об'єкту оброблення відходів

Найменування ризику	Оцінка впливу	Можливі інструменти впливу на ризики
Економічні ризики		
Зниження закупівельних цін на вторинну сировину	Високий	Підприємство з оброблення побутових відходів має відповідати вимогам ISO 9000 та ISO 14000. Відповідно до зазначених стандартів підприємство організовує систему моніторингу та прогнозування цін на вторинну сировину та форму планів продажу вторинної сировини
Зростання вартості енергоносіїв, електричної та теплової енергії, інших комунальних послуг	Високий	Компенсація вартості енергоносіїв відбувається за рахунок своєчасної зміни тарифу на послугу. Завдання підприємства та органів місцевого самоврядування досягти злагоджених та синхронних дій зі своєчасного та економічного обґрунтованої зміни тарифу
Відсутність гарантованих споживачів вторинної	Середній	Підприємство з оброблення побутових відходів має відповідати вимогам

Найменування ризику	Оцінка впливу	Можливі інструменти впливу на ризики
сировини або товарних продуктів		ISO 9000 та ISO 14000. Відповідно до зазначених стандартів підприємство організовує роботу на договірних засадах, організовує продаж вторинної сировини за допомогою електронних торгів, тощо
Зростання курсу іноземних валют	Високий	Зростання курсу іноземних валют впливає на техніко-економічні показники підприємства з оброблення відходів, якщо реалізація проекту відбувалась за рахунок кредитних коштів МФО. При розробці проекту та підписанні кредитної угоди закладаються прогнозні зростання курсу іноземних валют. Різницю прогнозованих курсів по факту зазвичай компенсують за рахунок місцевого бюджету
Відсутність економічно обґрунтованого тарифу на послугу з поводження з побутовими відходами	Високий	Важливо дотримуватись високих стандартів надання послуги з поводження з відходами. Підприємство з оброблення побутових відходів має відповідати вимогам ISO 9000 та ISO 14000. Заключення кредитної угоди зазвичай гарантує забезпечення органами місцевого самоврядування прийняття економічно обґрунтованого тарифу
Зниження своєчасної оплати послуг з поводження з відходами населенням	Високий	Проведення освітніх кампаній, оповіщення населення через ЗМІ, проведення разовий акцій та прозора для населення система управління відходами зазвичай сприяє своєчасній оплаті послуг. Водночас до завдань органів місцевого самоврядування входить розвиток благополуччя населення громади, який сприятиме своєчасній оплаті послуг
Соціальні ризики		
Зростання соціального невдоволення населення громади через можливі екологічні наслідки	Середній	Проведення освітніх кампаній, оповіщення населення через ЗМІ, проведення разових акцій та прозора для населення система управління відходами зазвичай сприяє лояльній думці населення. Фахівцями рекомендується на базі об'єкту оброблення відходів створити екологічний освітній центр, який робитиме вагомий культурний та освітній внесок. Створення екологічний значущості об'єкту оброблення відходів підвищує репутацію системи управління в цілому. Підприємство має системно комунікувати з населенням всіма доступними засобами та активно задіяти до екопросвіти молодь та дітей

Найменування ризику	Оцінка впливу	Можливі інструменти впливу на ризики
Технологічні ризики		
Зниження ефективності технологічних процесів	Середній	Розроблення та дотримання вимог технологічних регламентів підприємства
Затримка в постачанні на об'єкт оброблення побутових відходів через непередбачувані обставини	Середній	Створення добового обсягу накопичення побутових відходів (створення бункеру-накопичувача, задіяння великовантажних контейнерів) або створення заздалегідь накопиченого обсягу роздільно зібраної вторинної сировини
Зупинка окремих технологічних ланок	Середній	Розроблення та дотримання вимог технологічних регламентів підприємства
Організаційні ризики		
Відсутність кваліфікованої робочої сили	Середній	Підвищення заробітної плати. Створення умов для зацікавленості студентів місцевих вищих навчальних закладів (екскурсії, практики, навчання, робота)
Відсутність некваліфікованої робочої сили	Середній	Підвищення заробітної плати

Таким чином, ризики виникнення подій, які здатні вплинути на техніко-економічні показники об'єкту оброблення або реалізації проекту можливі. Для налагодження ефективного управління підприємством рекомендується впровадження ISO 31000 «Система управління ризиками підприємства».

Ефективне керування ризиками на підприємстві має включати в себе комплекс заходів та стратегій, спрямованих на ідентифікацію, аналіз, зниження, контроль та мінімізацію можливих негативних наслідків подій, що можуть вплинути на досягнення цілей організації. Наведемо резюмуючи складові ефективного керування ризиками:

А) *Ідентифікація ризиків*: визначення на підприємстві всіх можливих ризиків, які можуть вплинути на діяльність. Це можуть бути фінансові, технічні, оперативні, правові, репутаційні тощо.

Б) *Аналіз ризиків*: експертна оцінка ймовірності та можливі наслідки кожного ідентифікованого ризику.

В) *Планування відповіді на ризики*: розроблення стратегії та планів дій для зменшення впливу ризиків на організацію. Це може включати в себе прийняття заходів для запобігання ризикам, перенесення ризиків через страхування або укладання угод, зменшення наслідків через планування реагування тощо.

Г) *Реалізація заходів з управління ризиками*: проведення необхідних змін та заходів в організації, які допоможуть зменшити ризики. Це може включати в себе впровадження нових процедур, зміну технологічних регламентів, навчання персоналу тощо.

Д) *Моніторинг та контроль*: відстеження ризиків та їх оцінка. На основі результатів моніторингу ризиків вносяться корективи в стратегії, плани та технологічні регламенти підприємства.

Загалом, ефективне керування ризиками є невід'ємною частиною успішного управління будь-яким підприємством і допомагає забезпечити стійкість та стабільність його функціонування.

РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, БУДІВЕЛЬНИХ ТА АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ

4.1 Прийнята система збирання побутових відходів в м. Ужгород

В м. Ужгород ставиться завдання скоротити обсяги побутових відходів (ПВ), які вивозяться на полігон ПВ для захоронення. Одним з найголовніших процесів у пропонованій концепції поводження з ПВ в роботі «Аналіз діючої системи поводження з відходами» (далі – Аналіз)[10] є процес їх сортування шляхом запровадження на всій території міста системи роздільного збирання ПВ, в т.ч. цінних перероблюваних компонентів (папір, картон, скло, полімерні матеріали, метали). Це дозволить не тільки отримати значне скорочення обсягів ПВ, що підлягають видаленню (захороненню) на полігоні ПВ, а й знизити їх вплив на довкілля і загальну екологічну обстановку та отримати кошти від реалізації відсортованої вторинної сировини. Організація роздільного збирання ПВ є одним з найбільш перспективних шляхів вирішення проблеми ПВ.

Роздільне збирання залишкових побутових відходів (змішаних, без вторинної сировини) здійснюється на місцевому рівні та включає:

- контейнерний парк (оновлення) для залишкових ПВ (змішаних) типу КМП класів 1-4 за ДСТУ 8476:2015 (місткістю до 1,3 м³).

Роздільне збирання ресурсоцінних компонентів побутових відходів (вторинної сировини) здійснюється на місцевому рівні та включає:

- контейнерний парк (оновлення) для ресурсоцінних компонентів типу КМП класів 1-4 за ДСТУ 8476:2015 (місткістю до 1,3 м³);
- створення спеціалізованих комунальних пунктів приймання відходів, які приймають наступні види відходів:
  - небезпечні відходи (НВ) у складі побутових;
  - великогабаритні відходи (ВГВ) (меблі, великі речі домашнього вжитку тощо);
  - вторинну сировину;
  - відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО), відпрацьовані батарейки, батареї та акумулятори;
  - садові та паркові відходи біологічного походження (трава, листя, гілки тощо) (біовідходи);
  - відходи будівельно-ремонтних робіт (БВ).

Виходячи з того, що спеціалізовані комунальні пункти приймання відходів впроваджуються в населених пунктах з чисельністю більше 50 тис. осіб, для м. Ужгорода прийнято 2 пункти.

Роздільне збирання відходів, що біологічно розкладаються (відходів харчових продуктів, переважно рослинного походження) здійснюється на місцевому рівні та включає:

1) стимулювання та заохочення органами місцевого самоврядування мешканців міста до роздільного збирання та компостування органічної складової ПВ (біовідходів), перш за все у приватних домогосподарствах індивідуальної садибної забудови, що не потребує розвитку інфраструктури.

Роздільне збирання небезпечних відходів у складі побутових. Збирання НВ у складі ПВ здійснюється наступними шляхами:

- спеціалізовані комунальні пункти приймання відходів;
- мобільні (пересувні) пункти приймання НВ.

[10] «Аналіз діючої системи поводження з відходами: п. 1.1 Аналіз діючої системи поводження з відходами в м. Ужгород та п. 2.1. Аналіз поводження з відходами, котрі підлягають біологічному розкладу, м. Ужгорода» в рамках реалізації проекту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород» (грантова угода NAKOPA E-UKR.1-20 від 14.11.2020 р.), 2022 р.

Роздільне збирання відпрацьованих батарейок, батарей, акумуляторів та ВЕЕО до моменту впровадження в Україні принципу розширеної відповідальності виробника та впровадження системи збирання на національному рівні може здійснюватися в рамках пілотних проектів за наступними напрямками:

- створення спеціалізованих комунальних пунктів приймання відходів;
- створення мобільних (пересувних) пунктів приймання НВ та ВЕЕО.

Роздільне збирання інших відходів*:* ВГВ, БВ від населення, відходів будівництва та знесення. Спосіб організації збирання визначається самостійно відповідними органами місцевого самоврядування та включає наступне:

- створення спеціалізованих комунальних пунктів приймання відходів;
- впровадження системи збирання (можуть збиратись на прибудинкових контейнерних майданчиках в портальні роликові контейнери типу КЗР або «Big Bag») та вивезення ВГВ та БВ від населення за заявочною схемою;
- вивезення відходів будівництва та знесення з території міста окремо від інших видів відходів за визначеним графіком.

Основні заплановані об'єкти інфраструктури системи збирання побутових відходів

Виходячи з наявних вихідних даних та місцевих умов в м. Ужгород планується створення та розвиток основних об'єктів інфраструктури системи збирання ПВ (табл. 4.1), які включають спеціалізовані комунальні пункти збирання ПВ; контейнерну систему для роздільного збирання ПВ (ресурсоцінних компонентів) та контейнерну систему для збирання змішаних ПВ (в тому числі, підземні контейнери). Крім того, у відповідності до Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року передбачено створення:

- мережі **пунктів збирання для повторного використання меблів, побутової техніки, одягу та інших товарів, які були у вжитку**, які можуть створюватись як складова об'ємно-просторового плану спеціалізованих комунальних пунктів збирання відходів з відокремленим приміщенням, або окремо (до 2030 року, в обласних центрах);

- **центрів зі збирання відходів для їх ремонту з метою повторного використання** (насамперед ВЕЕО) (100 центрів по Україні в цілому до 2023 року та 250 центрів – до 2030 року відповідно).

Таблиця 4.1 – Об'єкти інфраструктури системи збирання побутових відходів м. Ужгород

Найменування території розташування	Кількість населення	Спеціалізовані комунальні пункти збирання відходів	Пункти збирання для повторного використання товарів, які були у вжитку	Центри із збирання відходів для їх ремонту з метою повторного використання	Підземні контейнери
	осіб	одиниць	одиниць	одиниць	одиниць
Ужгород	115 542	2	1	1	12

Відбір вторинної сировини з ПВ, що зібрані у контейнери або завантажені у сміттєвози, дозволяється тільки на спеціалізованих підприємствах оброблення ПВ (з сортуванням) та відповідно до вимог законодавства щодо управління відходами та санітарного законодавства. Подальше сортування та оброблення ПВ доцільно проводити при достатніх обсягах відходів, які дозволяють досягати економічної ефективності використання об'єкту оброблення (сортування).

Варіанти поводження з ПВ наведено в Додатку А.

4.2 Аналіз можливостей/варіантів встановлення майданчиків закритого типу та підземних контейнерів з врахуванням розташування підземних мереж

4.2.1 Аналіз типів контейнерних майданчиків

Контейнерні майданчики (КМ) – спеціально обладнані майданчики для розміщення контейнерів для зберігання ПВ – призначені для своєчасного збирання ПВ, створення безпечних умов для їх зберігання, вивезення з житлових масивів і внутрішньодворових територій, доріг загального користування та інших об'єктів благоустрою населених пунктів і проведення масових заходів.

Для збору ПВ використовуються два типи КМ – наземні та підземні (напівпідземні).

Наземні контейнерні майданчики бувають *відкритого* (вільний доступ до встановлених контейнерів для ПВ) та *закритого* (обмежений доступ до встановлених контейнерів для ПВ – мають або кодовий, або навісний замок) типу. При встановленні майданчиків закритого типу процес збирання ПВ стає значно комфортнішим та зручнішим, що в певній мірі дозволяє забезпечити належний санітарний стан КМ, в тому числі, і через унеможливлення доступу до них сторонніх осіб. Вартість виготовлення КМ наземного типу коливається в межах від 16 000 до 23 000 грн. і залежить від кількості встановлених контейнерів.

Підземні (напівпідземні) контейнерні майданчики – це підземні (напівпідземні) контейнерні системи, які бувають:

- *з власним підіймальним механізмом* – у вигляді підіймальної платформи, котру встановлюють у підготовлений бетонний бункер, на платформі розміщуються євро-контейнери об'ємом 1,1 м³, які підіймаються на поверхню наявним гідравлічним підіймальним механізмом, та викочуються з-під платформи й обслуговуються сміттєвозами класичним способом. Для обслуговування контейнерів не потрібна вартісна спеціальна комунальна техніка, проте існує вірогідність виходу з ладу наявного обладнання для підйому платформи, вартість виготовлення системи від 200 000 грн. з розрахунку на 1 контейнер;
- *із зовнішнім підіймальним пристроєм* – у вигляді підземної бетонної чаші, в яку встановлені спеціальні контейнери об'ємом до 5 м³, які підіймають та забирають сміттєвози зі спеціальними кранами-маніпуляторами. Для обслуговування контейнерів потрібна вартісна спеціальна комунальна техніка, проте відсутнє вбудоване обладнання для підйому контейнерів, яке може вийти з ладу, та можлива значна економія місця для встановлення таких майданчиків на території населеного пункту, вартість виготовлення системи від 200 000 грн. з розрахунку на 1 контейнер.

Основною вимогою при встановленні обох типів підземних КМ є відсутність підземних комунікацій, а для систем із зовнішнім підіймальним пристроєм – ще і відсутність надземних комунікацій.

Підземні контейнерні майданчики – це сучасний та інноваційний спосіб збирання та тимчасового зберігання ПВ. Основними перевагами підземних КМ є належний санітарний стан території майданчиків та їх зовнішній вигляд, обмеження доступу до накопичених ПВ, відсутність неприємного запаху, можливість зменшення кількості контейнерів, необхідних для накопичення ПВ на обслуговуваній території, завдяки зменшенню кількості ПВ, що відбувається через неможливість викидання негабаритних відходів у контейнери тощо.

4.2.2 Нормативні умови розміщення контейнерних майданчиків

Для збору ПВ, що не містять органічних речовин, і відокремлення певних компонентів ПВ, що утворюються в багатоквартирних житлових будинках, підприємствах, установах та організаціях, а також на об'єктах благоустрою, в умовах щільної забудови рекомендується використовувати підземні та напівпідземні контейнери.

Рекомендовано встановлювати підземні та напівпідземні контейнери на вільних від інженерних комунікацій місцях на території об'єктів благоустрою та на відстанях від багатоквартирних житлових будинків. Для підземної камери, де розміщені контейнери,

рекомендується обрати таке перекриття, яке не буде перешкоджати руху пішоходів та транспорту. Додатково, важливо створити умови для вологого прибирання підземної камери та відведення стоків. Щоб запобігти зливовим водам у підземну камеру з контейнерами, рекомендовано покрити її бетонним обведенням профільної форми.

Відповідно до вимог ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій території»[11] підземні контейнері розміщуються на майданчиках з твердого покриття у межах багатоквартирної забудови для збирання змішаних побутових відходів (ПВ) або окремих фракцій ПВ (вторинної сировини). Мінімальна відстань від майданчика з підземним контейнером до вікон житлових будинків встановлюється відповідно до ДержСанПіну «Правила утримання територій населених місць»[12] (затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 17.03.11 №145, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 05.04.11 за №457/19195). Радіус обслуговування одним підземним контейнером складає не більше 300 м. Відстань від підземної частини споруди підземного контейнера до газопроводу повинна складати не менше 5 м.

Відповідно п. 9.2.11 ДБН Б.2.2-5 майданчик для розміщення підземного контейнера має примикати до проїздів, тротуарів або пішохідних доріг, та не перешкоджувати руху транспорту або пішоходів. У разі відокремленого розміщення підземного контейнера необхідно передбачити можливість зручного проїзду спеціального обладнаних транспортних засобів та наявність майданчиків для розвороту, площею не менше 12×12 м.

Поверхню майданчику для розміщення підземного контейнера слід розміщувати в один рівень з проїздами, тротуарами або пішохідними доріжками.

4.2.3 Аналіз можливостей/варіантів встановлення контейнерних майданчиків в м. Ужгород

Пріоритетним напрямком діяльності органів місцевого самоврядування є вирішення питань, в тому числі, і щодо благоустрою міста, зокрема – в сфері поводження з відходами – це розв'язання проблем із збору відходів та прибирання сміття, які критично шкодять довкіллю та створюють незадовільний вигляд територій.

Працюючи в цьому напрямку, в м. Ужгород доцільно розпочати роботу зі встановлення різних видів сучасних контейнерних майданчиків, в тому числі, закритого типу та з підземними контейнерами.

Контейнерні майданчики закритого типу

За результатами аналізу можливостей/варіантів встановлення контейнерних майданчиків закритого типу встановлено, що дані КМ можуть бути різних конфігурацій та конструкції, задля забезпечення зручності у використанні як для мешканців, так і для обслуговуючого підприємства сфери поводження з відходами, не мають особливих вимог для розміщення та облаштування, в порівнянні зі звичайними КМ, які наявні на території міста, проте зроблять її більш естетично привабливою та охайною, а населення – свідомим. Недоліком даних КМ є вища вартість ніж звичайних відкритих КМ.

При облаштуванні контейнерної системи для роздільного збирання ПВ та для збирання змішаних ПВ в м. Ужгород пропонується поступово запровадити використання КМ закритого типу на більшості території міста з метою упорядкування збору ПВ та належного санітарного утримання прибудинкових територій.

Контейнерні майданчики з підземними контейнерами

За результатами аналізу можливостей/варіантів встановлення контейнерних майданчиків з підземними контейнерами з врахуванням розташування підземних мереж встановлено, що в умовах м. Ужгород є можливість їх встановлення в місцях, зазначених на рисунку (Додаток Б) та рис. В.1-В.12 (Додаток В).

[11] https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3021997270661859166?doc_type=2
[12] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11#Text

Тому при облаштуванні контейнерної системи для роздільного збирання ПВ пропонується додатково в щільній забудові м. Ужгород облаштувати 12 од. систем з підземним контейнером, зовнішній вигляд та технічні характеристики якої, надані на рис. 4.1.

Зовнішній вигляд

Технічні характеристики

- об’єм контейнера для побутових відходів – 5 м³
- матеріал – сталь гарячого цинкування
- габарити підземної частини контейнера, м: Д=1,85×Ш=1,85×Г=2,63
- габарити сміттєприймальної
- колонки, м: Д=0,79×Ш=0,724×В=0,975
- вантажопідйомність – до 2,0 т

Рисунок 4.1 – Запропонована система з підземним контейнером (за комерційною пропозицією «КФ-СІСТЕМС», м. Київ (Додаток Г))

Перевагами запропонованої системи є:
- об’єм контейнера 5 м³ при необхідній площі 3,4 м²;
- наявність системи моніторингу наповненості;
- наявність системи безпеки (під час розвантаження контейнера, чаша залишається закритою, що унеможливлює падіння людини всередину);
- наявність системи пожежогасіння (при піднятті температури всередині контейнера спрацьовує вогнегасник);
- наявність педалі для відкриття барабану (чисті руки);
- відсутня необхідність підведення електроживлення (усі системи контейнера працюють від сонячної батареї);
- відсутня необхідність підведення/встановлення водовідведення та дренажів;
- відсутність доступу до пересортування сміття третіми особами;
- повна відсутність або незначний запах;
- турбота про екологію (закрита система, литий з/б приямок, немає контакту з ґрунтом).

Це не тільки частково вирішить проблему нестачі вільного місця на території міста, в тому числі, необхідного для встановлення більшої кількості контейнерів для ПВ через великі їх обсяги, а і задовольнить підвищення існуючих санітарно-гігієнічних вимог.

4.3 Розрахунки завантаженості майданчиків з підземними контейнерами

4.3.1 Методологія розрахунку обсягів завантаження контейнерних майданчиків

Для визначення обсягів утворення ПВ на ділянках, де запропоновано облаштування КМ з підземними контейнерами, використані положення «Правил визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів»[13] (затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 30.07.2010 р. № 259) та «Методичних рекомендацій з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів»[14] (затверджених наказом Міністерством з питань житлово-комунального господарства України від 07.06.2010 № 176).

4.3.2 Розрахунок обсягів завантаження контейнерних майданчиків

Для визначеної кількості підземних контейнерів для збирання ПВ в м. Ужгород до розрахунків встановлено необхідні параметри, а саме:

- максимальний добовий об'єм утворення ПВ, виходячи із щільності населення в радіусі обслуговування 300 м, відповідно вимог ДБН Б.2.2-5 приймається рівним 450 осіб/га (за вимогами ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій»[15]);
- добовий коефіцієнт нерівномірності приймається на рівні 1,2;
- паспортна місткість контейнерів (5 м^3) та коефіцієнт заповнення контейнерів прийнято на рівні 1,0 (100% заповнення об'єму).

При цьому основним розрахунковим параметром буде періодичність вивезення та обсяг утворення ПВ на тиждень.

Результати розрахунку наведені у формі табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок об'ємів утворення побутових відходів на контейнерних майданчиках з підземними контейнерами

Розташування контейнерного майданчика	Графічне зображення контейнерного майданчика на фрагменті детального плану	Середня нормативна щільність забудови (ДБН Б. 2.2-12), осіб/га	Розрахунковий обсяг утворення побутових відходів, т/місяць	Розрахункова періодичність вивезення побутових відходів
вул. Залізнична (р-н автовокзалу)	Рисунок В.1 (А1)	300	12,30	4 рази на тиждень
по вул. Залізничній	Рисунок В.2 (А2)	200	8,20	2 рази на тиждень
вул. Ференца Ракоці, 14	Рисунок В.3 (А3)	250	10,30	2 рази на тиждень
перетин вул. Ломоносова та вул. Гойди	Рисунок В.4 (А4)	200	8,20	2 рази на тиждень
перетин вул. В. Комендаря та просп. Свободи	Рисунок В.5 (А5)	300	12,30	4 рази на тиждень
перетин Православної набережної, пров. Баконія та вул. Руська	Рисунок В.6 (А6)	200	8,20	2 рази на тиждень

[13] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0871-10#Text
[14] https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0176662-10#Text
[15] https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074154596122232048?doc_type=2

Розташування контейнерного майданчика	Графічне зображення контейнерного майданчика на фрагменті детального плану	Середня нормативна щільність забудови (ДБН Б. 2.2-12), осіб/га	Розрахунковий обсяг утворення побутових відходів, т/місяць	Розрахункова періодичність вивезення побутових відходів
площа Шандора Петефі (сквер)	Рисунок В.7 (А7)	200	8,20	2 рази на тиждень
по вул. Небесної Сотні, 4 (біля сходів)	Рисунок В.8 (А8)	250	10,30	2 рази на тиждень
по вул. Довженка (біля парку Альпінарій)	Рисунок В.9 (А9)	150	6,15	2 рази на тиждень
вул. Минайська, 11 (вул. А. Макаренка)	Рисунок В.10 (А10)	200	8,20	2 рази на тиждень
перетин вул. Робоча та вул. Мукачівська	Рисунок В.11 (А11)	250	10,30	2 рази на тиждень
вул. Ломоносова, 4	Рисунок В.12 (А12)	300	12,30	4 рази на тиждень

Примітки: відповідне графічне зображення контейнерного майданчика на фрагменті детального плану наведене на рис. В.1-В.12 в Додатку В; середня щільність побутових відходів прийнята на рівні 150 кг/м³

За результатами розрахунків завантаженості контейнерних майданчиків з підземними контейнерами встановлено, що їх облаштування в щільній забудові м. Ужгорода дозволить забезпечити вивезення 114,95 т/місяць або 1 379,4 т/рік побутових відходів.

4.4 Вивчення можливості реалізації проекту будівництва об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини для м. Ужгород

При вивченні можливості реалізації проекту будівництва об'єкту оброблення побутових відходів, в тому числі, сортування вторинної сировини, для м. Ужгород необхідно проведення аналізу та оцінка різних технологій оброблення ПВ.

4.4.1 Мультифакторний аналіз різних технологічних варіантів

Мультифакторний аналіз є статистичним методом дослідження, який використовується для аналізу впливу декількох незалежних змінних (факторів) на залежну змінну. Цей аналіз дозволяє розкрити взаємодію між різними факторами та їх вплив на результат. Таким чином, встановивши критерії для аналізу технологічних варіантів оброблення відходів, можна відібрати найбільш бажаний та ефективний варіант.

4.4.2 Формування критеріїв для оцінки технології

Формування критеріїв, y_i', для оцінки технології включає наступне:

1) *Врахування містобудівних умов та обмежень* y_1' на основі вимог р. 12 ДБН Б 2.2-12[16] (ухил місцевості, ґрунти, затоплюваність, гірські виробки, сейсмічність). Особливі умови розташування: ділянка для будівництва знаходиться приблизно на рівні 118 м над рівнем моря та має ухил 3-5%; відповідно ЗСР-2004-А(В) – 7 балів сейсмічності.

2) *Врахування вимог до умов атмосфери до самоочищення* за додатком № 2 СанПіН-173[17] y_2' для підприємства I та II класу небезпеки (туманоутворення, низькі температурні інверсії та

[16] ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» // http://surl.li/kgvgf
[17] СанПіН-173 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» // http://surl.li/hivnz

інші незадовільні умови самоочищення природного середовища, які відповідають категорії потенціалу забруднення атмосфери – «високий» та «дуже високий»). Для м. Ужгород відповідно ДСТУ-Н Б.В.1.1-27[18] повторюваність штилю становить 25,1% – що відповідає категорії «підвищений» потенціал забруднення.

3) *Можливість розташування санітарно-захисної зони* (СЗЗ) на визначеній ділянці для будівництва (відповідно вимог СанПіН-173) y_3': сміттєспалювальних та сміттєсортувальних підприємств – 500 м; компостування – 300 м; сміттєперевантаження – 100 м.

4) *Досягнення показників Національної Стратегії управління відходами в Україні*[19], а саме: збільшення обсягів відходів, що спрямовуються на перероблення – 50 відсотків до 2030 року, y_4'.

5) *Досягнення мінімальної проектної потужності* 50 тис. т/рік, y_5'.

6) *Максимальні відстані перевезення*, y_6', відходів та товарних продуктів не більше 40 км.

4.4.3 Характеристика основних технологічних альтернатив

Альтернатива № 1. Об'єкт термічного оброблення побутових відходів (спалювання)

Загальна характеристика. Об'єкт термічного оброблення ПВ дозволяє за допомогою промислового процесу оброблення при високих температурах змінити фізичні, хімічні або біологічні властивості відходів. Мета термічного оброблення – зменшити обсяги відходів, а також отримати теплову та/або електричну енергію. Після спалювання ПВ залишається приблизно 30-35% шлаку та золи, які можуть застосовуватись в будівельних роботах.

Відповідність критеріям. Найбільшу ефективність об'єкти термічного оброблення мають при потужності від 150 тис. т/рік[20]. Такі об'єкти потребують ефективної системи очищення димових газів та розміщення підземного бункеру-накопичувача. Розташування підприємства має бути на території з високим потенціалом самоочищення[21]. Після спалювання залишається приблизно 330 кг шлаку з 1 тони побутових відходів. Гарантованих споживачів шлаку в радіусі 40 км наразі немає. Рівень оброблення сягає 67%. ССЗ – 500 м.

Альтернатива № 2. Комплекс механіко-біологічного оброблення побутових відходів

Загальна характеристика. Комплекси МБО ПВ дозволяють максимально ефективно вилучити вторинну сировину зі змішаних та роздільно зібраних відходів. Основний технологічний процес це механічне та ручне сортування відходів. За допомогою сортування відокремлюється біологічна складова відходів, вторинна сировина, горючі компоненти та несортований залишок, який спрямовується на захоронення. Біологічна складова на комплексах МБО спрямовується для 1) анаеробної ферментації, яка дозволяє отримати біогаз; 2) стабілізації біовідходів, що дозволяє суттєво зменшити обсяги біовідходів та знизити рівень їх органічної складової; 3) компостування, з метою отримання товарного компосту.

Відповідність критеріям. Такі комплекси прості в будівництві. Майже не впливають на довкілля, тому можуть бути розміщені на територіях з будь-яким потенціалом самоочищення. Відсоток оброблення сягає рівня більше 60%. Мінімальна проектна потужність комплексу МБО складає 50 тис. т/рік. В радіусі до 40 км знаходяться споживачі вторинної сировини. Радіус перевезення ПВ до об'єкту оброблення також складає до 40 км. ССЗ – 500 м.

---

[18] ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»
[19] «Національна Стратегія управління відходами в Україні до 2030 року» // http://surl.li/kgyjj
[20] VDI 3460 Blatt 1 – Emissionsminderung // http://surl.li/kgyqs
[21] Енергія з відходів // www.eew-energyfromwaste.com - EEW

Альтернатива № 3. Сміттєсортувальна лінія

Загальна характеристика. Сміттєсортувальна лінія застосовується для сортування легких пакувальних матеріалів (тари), яка зібрана в окремий контейнер як вторинна сировина. На сортувальній лінії, яка являє собою спрощену технологічну схему комплексу МБО, відбувається механічне та ручне розділення відходів за окремими компонентами. Основною метою є відбір якісної вторинної сировини. Сміттєсортувальна лінія зазвичай не застосовується до змішаних ПВ через низьку її ефективність.

Відповідність критеріям. Сміттєсортувальна лінія легка для виконання монтажних робіт та може розташовуватись в будь-яких містобудівельних умовах. Майже не впливає на довкілля, тому може бути розміщена на територіях з будь-яким потенціалом самоочищення. Відсоток оброблення сягає приблизно 5-7 % відносно загального обсягу відходів у місті. В радіусі до 40 км знаходяться споживачі вторинної сировини. Радіус перевезення ПВ до об'єкту оброблення також складає до 40 км. ССЗ – 500 м.

Альтернатива № 4. Брикетування

Загальна характеристика. Брикетування застосовується для тимчасового зберігання ПВ, які потребують подальшого оброблення. При цьому ПВ ущільнюють та тюкують за допомогою плівки та зв'язують проволокою[22]. Тюки складують на спеціально відведену ділянку, поверхня якої покрита геотекстилем. Не є технологією оброблення відходів.

Відповідність критеріям. Впровадження технології брикетування потребує додаткового майданчика для тимчасового зберігання відходів в тюках. Не є технологією оброблення, так як відходи не змінюють свій фізичний стан та не повертаються в обіг повторно окремі компоненти. Радіус перевезення ПВ до об'єкту оброблення також складає до 40 км. ССЗ – 500 м.

Альтернатива № 5. Компостування

Загальна характеристика. Компостування – це аеробна ферментація біовідходів, в результаті якої отримується гумусоподібний субстрат з властивостями добрива. Технологія компостування застосовується тільки для відокремлених або роздільно зібраних біовідходів, як складової ПВ. Отриманий товарний компост реалізується для потреб зеленого господарства, рекультивації порушених земель, як добриво для декоративних рослин, тощо. Зазвичай в сільському господарстві компост після МБО не застосовується.

Відповідність критеріям. Технологія компостування застосовуються для окремої складової ПВ – біовідходів. Як самостійна технологія може застосовуватись для компостування відходів зелених насаджень. Рівень оброблення ПВ складає 30-40%. В радіусі до 40 км знаходяться можливі споживачі компосту. ССЗ – 300 м.

Альтернатива № 6. Дегазація

Загальна характеристика. Дегазація застосовується для екстракції біогазу, який утворюється при захороненні ПВ на полігонах побутових відходів[23]. Активна та пасивна системи дегазації на полігонах ПВ дозволяють значно зменшити ризики самозаймання, знизити викиди парникових газів (біогаз), та використати біогаз в енергетичних цілях. Дегазація не є самостійною технологією оброблення відходів. Дегазація обов'язкова на стадії рекультивації полігону ПВ.

Відповідність критеріям. Технологія дегазації використовується на стадії захоронення відходів на полігоні ПВ та не є технологією перероблення відходів. ССЗ полігону ПВ складає 500 м.

---

[22] Пакувальна система EUREC RBS-2 EuRec RBS-2 | EuRec

[23] ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування» // http://surl.li/kgyrt

4.4.4 Визначення найбільш прийнятного варіанту технологічної альтернативи

Відповідність встановленим критеріям, y_i', кодується як 1, якщо вимога задовольняється, та кодується як 0, якщо вимога не задовольняється.

Узагальнені відгуки за всіма показниками розраховують за формулою:

$$Y_1 = \prod_{i=1}^{n} y_i \quad , \tag{4.1}$$

Найбільш прийнятним альтернативним варіантом буде той, який відповідатиме всім встановленим критеріям та отримає узагальнений відгук 1.

Визначення відповідності вищеперелічених технологічних альтернатив встановленим критеріям оцінки та отриманий їх узагальнений відгук для м. Ужгород наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Мультифакторний аналіз різних технологічних варіантів

Номер альтер-нативи	**Відповідність встановленим критеріям,** y_i'						**Узагальнений відгук,** Y_i
	y_1'	y_2'	y_3'	y_4'	y_5'	y_6'	Y_1
№ 1	1	0	1	1	0	0	0
№ 2	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
№ 3	1	1	1	0	0	1	0
№ 4	1	1	1	0	1	1	0
№ 5	1	1	1	0	0	1	0
№ 6	1	1	1	0	0	1	0

Таким чином, за результатами проведеного мультифакторного аналізу різних технологічних варіантів оброблення відходів для м. Ужгорода встановлено, що найбільш прийнятним за встановленими критеріями технологічним варіантом є впровадження механіко-біологічного оброблення відходів. Ця технологія дозволяє з мінімальним впливом на навколишнє середовище обробити більше 60% побутових відходів, з вилученням вторинної сировини, отриманням біогазу або компосту та альтернативного палива RDF/SRF. Технологія МБО з отриманням RDF відображена в довіднику Європейській Комісії з найкращих доступних технологій поводження з відходами[24].

4.5 Матеріально-ресурсний потенціал побутових відходів м. Ужгород

Важливою характеристикою при виборі як технологій оброблення відходів, так і варіантів експлуатації і виборі обладнання об’єктів їх оброблення, є морфологічний склад ПВ, оскільки він характеризує вміст та потенційні обсяги відбору і використання сировинно-цінних компонентів утворених ПВ, що впливає і на економічні показники функціонування об’єкту оброблення відходів.

Згідно з даними, отриманими в результаті натурних досліджень з визначення морфологічного складу ПВ, які утворюються у м. Ужгород, вміст ресурсоцінних компонентів, що можуть бути використані в якості вторинної сировини, у складі ПВ міста, складає 36,85% (за масою), з яких найбільша частка скла – 27,4%, пластмаси (пластикова упаковка та PET-пляшки) –

[24] The BAT (Best Available Techniques) Reference Document (скорочено «BREF»), entitled «Waste Treatments Industries»

5,65%, макулатури (картон та папір) – 3,2%, метали – 0,6%. Близько 36,5% припадає на біовідходи. В табл. 4.4 наведені отримані розрахункові дані щодо матеріально-ресурсного потенціалу ПВ міста на період 2023-2035 рр.

Таблиця 4.4 – Матеріально-ресурсний потенціал побутових відходів м. Ужгород

Найменування	Відсоток вмісту	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035
Обсяг утворення відходів, т	100,00	50396,00	50901,22	51411,50	51926,90	52447,47	52973,26	53504,32
Вміст ресурсоцінних компонентів, т:	36,85	18570,93	18757,10	18945,14	19135,06	19326,89	19520,65	19716,34
- картон та папір, т	3,20	1612,67	1628,84	1645,17	1661,66	1678,32	1695,14	1712,14
- склобій товарний, т	27,40	13808,50	13946,93	14086,75	14227,97	14370,61	14514,67	14660,18
- метали, т	0,60	302,38	305,41	308,47	311,56	314,68	317,84	321,03
- PET-пляшка, т	1,10	554,36	559,91	565,53	571,20	576,92	582,71	588,55
- пластикова упаковка, т	4,55	2293,02	2316,01	2339,22	2362,67	2386,36	2410,28	2434,45
Біовідходи, т	36,50	18394,54	18578,95	18765,20	18953,32	19143,33	19335,24	19529,07
Інше, т	26,65	13430,53	13565,18	13701,17	13838,52	13977,25	14117,37	14258,90

Примітки: на період 2023-2025 р.р. враховано кількість ВПО, але після 2026 року прийнято повернення до показників утворення побутових відходів без ВПО. При розрахунках приймались наступні припущення: 1) чисельність населення протягом періоду прогнозування залишається незмінною (без ВПО); 2) показники утворення відходів на одного мешканця зростатимуть кожного року на 0,5% (за рекомендаціями Світового Банку); 3) прийняті коефіцієнти відбору вторинної сировини в категоріях «картон та папір» – 0,5; «склобій товарний» – 0,8; «метали» – 0,7; «PET-пляшка» – 0,8; «пластикова упаковка» (ПНД, ПДВ 2 ґатунку, плівка низького тиску) – 0,6

Дані усередненого морфологічного складу ПВ свідчать про достатній вторинний ресурсний потенціал у м. Ужгород. Проте зазначені обсяги вторинної сировини є потенційними, отримання яких на практиці можливе за умови реалізації різних сучасних технологій сортування та відбору вторсировини. Для досягнення поглибленого оброблення ПВ (до 60…80%) та суттєвого зменшення навантаження на полігони ПВ і звалища, необхідно, одночасно з розширенням обсягів роздільного збирання та заготівлі вторинної сировини, створювати сортувально-переробні комплекси з різними технологіями оброблення не лише роздільно зібраної вторинної сировини, а також і нерозділеного залишку змішаних ПВ, таких як комплекси МБО.

4.6 Прогнозування доходів від реалізації вторинної сировини в м. Ужгород

Прогноз доходів від реалізації вторинної сировини, отриманої на комплексі МБО в м. Ужгород, наведено у формі табл. 4.5. Вартість вторинної сировини станом на серпень 2023 року наведена у табл. Д.1 (Додаток Д).

Таблиця 4.5 – Розрахунковий прогноз доходу від реалізації вторинної сировини (комплекс МБО в м. Ужгород)

Найменування вторинної сировини	Роки						
	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035
	млн. грн						
Картон та папір	3,05	3,40	3,00	3,34	3,72	4,14	4,61
Склобій товарний	25,06	27,91	24,66	27,46	30,57	34,05	37,91
Метали	4,94	5,50	4,86	5,41	6,02	6,70	7,47
PET-пляшка	9,11	10,14	8,96	9,98	11,11	12,37	13,77
Пластикова упаковка	31,22	34,76	30,71	34,20	38,08	42,40	47,22
Разом	**73,37**	**81,70**	**72,18**	**80,37**	**89,50**	**99,66**	**110,98**

Примітки: при розрахунках приймались наступні припущення: 1) показники утворення відходів на одного мешканця зростатимуть кожного року на 0,5% (за рекомендаціями Світового Банку); 2) коефіцієнти відбору вторинної сировини в категоріях «картон та папір» – 0,5; «склобій товарний» – 0,8; «метали» – 0,7; «PET-пляшка» – 0,8; «пластикова упаковка» (ПНД, ПДВ 2 ґатунку, плівка низького тиску) – 0,6. 3) 2023-2025 рр. показано збільшену кількість утворення ПВ з врахуванням зміни чисельності ВПО. З 2026 р. припущено повернення показників утворення ПВ до показників 2022 р.

4.7 Оцінка рівню доступності тарифу на послуги поводження з побутовими відходами

Визначальними для величини тарифу на послуги з поводження з ПВ є витрати на збирання відходів і їх перевезення до центрального об'єкту оброблення ПВ та витрати, пов'язані з видаленням (захороненням) залишкової частини відходів.

Відповідно до положень «Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами»[25] (затверджені наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 10.09.2021 р. № 586), рекомендується розглядати економічно доступний тариф на поводження з відходами для оплати населенням на рівні 1-1,5% від середньомісячного доходу із розрахунку на одного жителя.

Розрахунковий рівень доступності тарифу на послуги поводження з ПВ та його прогнозне зростання в м. Ужгород наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Оцінка рівню доступності тарифу на послуги поводження з побутовими відходами в м. Ужгород

Назва показника	Рік						
	2023	2024	2027	2029	2031	2033	2035
Середній наявний дохід на одну особу	–	–	–	–	–	–	–
тис. грн на рік	189,3	208,7	230,1	253,7	279,7	308,4	339,9
тис. грн на місяць	15,77	17,39	19,17	21,14	23,31	25,69	28,33
Рівень доступності тарифу на послуги у сфері поводження з ПВ	–	–	–	–	–	–	–
1% від середнього наявного доходу, грн/особу/рік	1893,00	2087,03	2300,95	2536,80	2796,82	3083,50	3399,56
1,5 % від середнього наявного доходу, грн/особу/рік	2839,50	3130,55	3451,43	3805,20	4195,23	4625,25	5099,33
1% від середнього наявного доходу, грн/особу/місяць	157,75	173,92	191,75	211,40	233,07	256,96	283,30
1,5% від середнього наявного доходу, грн/особу/місяць	236,63	260,88	287,62	317,10	349,60	385,44	424,94

Примітки: в розрахунках прийнято, що зростання заробітної плати в м. Ужгород відбуватиметься на 5% щороку

Рішенням виконавчого комітету Ужгородської міської ради від 25.01.2023 р. №27 встановлено тариф на послуги з поводження з ПВ (табл. 4.7). У порівняні діючий тариф на послугу з поводження з ПВ в м. Ужгород складає 958,2 грн/т, а рекомендований рівень доступності тарифу складає 1 893,00 грн/т у 2023 році та 3 399,56 грн/т у 2035 році.

Таблиця 4.7 – Тарифи на послугу з поводження з відходами в м. Ужгород станом на 2023 рік

Тариф на послугу з поводження з побутовими відходами		Тариф на послугу з поводження з побутовими відходами (з ПДВ)		Обсяг послуг з поводження з побутовими відходами	
вивезення ТОВ «АВЕ-Ужгород»	захоронення КП «КАТП-072801»				
грн/м³ (з ПДВ)	грн/м³ (з ПДВ)	грн/м³	грн/т	тис. м³	тис. т
158,99	33,61	192,60	958,2*	252,66	50,4

Примітки: * тариф за послугу з поводження з побутовими відходами в одиницях маси отримано шляхом перерахунку через середню щільність, яка прийнята 0,201 т/м³

[25] https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0586926-21#Text

4.8 Технологічні схеми різних варіантів експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини

За результатами проведеного аналізу та оцінки різних технологій оброблення відходів і усередненого морфологічного складу ПВ, встановлено, що в умовах м. Ужгород найбільш прийнятним варіантом об'єкту оброблення ПВ є комплекс МБО, реалізація будівництва якого, в тому числі, дозволить збільшити обсяг вилучених ресурсоцінних компонентів ПВ та отримати вторинну сировину кращої якості.

Вибір технологічної схеми експлуатації комплексу МБО залежить від багатьох факторів, основні з них мають бути продуктивність, місце розташування і геологічна будова майданчику та необхідність брикетування відсортованих відходів.

Будівництво комплексу МБО має три основні можливі технологічні схеми їх комплектації:

А) сортування побутових відходів з вилученням вторинної сировини; отримання альтернативного палива RDF/SRF (до 30% від загальної маси відходів), компостування біовідходів (до 40% від загальної маси) та захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (варіант №1);

Б) сортування побутових відходів із вилученням вторинної сировини; анаеробна ферментації біовідходів з отриманням біогазу (до 40% від загальної маси); захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (варіант №2);

В) сортування побутових відходів із вилученням вторинної сировини; стабілізація біовідходів (до 40% від загальної маси) та захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (варіант №3).

4.8.1 Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення відходів за Варіантом №1

Стислий опис технологічного процесу експлуатації комплексу МБО за варіантом №1

Комплекс МБО за технологічним варіантом № 1 (рис. 4.2) забезпечує механічне сортування ПВ з вилученням вторинної сировини (6% від загальної маси); отримання альтернативного палива RDF/SRF (до 30% від загальної маси відходів), компостування біовідходів (до 40% від загальної маси) та захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (24%).

Основні компоненти дохідної частини: реалізація вторинної сировини, тариф на послугу з оброблення відходів. Реалізація компосту та RDF/SRF приймається нульовою.

Основні компоненти витратної частини: заробітна плата, електроенергія, паливо-мастильні матеріали, тощо.

Оцінка матеріально-ресурсних параметрів комплексу МБО за варіантом №1

В м. Ужгород та Закарпатській області відсутні гарантовані споживачі альтернативного палива RDF/SRF. Водночас, перевезення на дальні відстані за межі області також вважається економічно недоцільним. Тому в розрахунках прийнято нульову ставку для реалізації RDF/SRF. Використання біовідходів для анаеробної ферментації дозволить суттєво зменшити обсяги відходів, які захоронюються на полігоні ТПВ.

Таким чином, технологічний варіант комплексу МБО за варіантом №1 включає наступні цехи:

- цех механічного сортування та оброблення (сортування та подрібнення);
- цех біологічного оброблення: компостування біовідходів.

Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО за варіантом №1 для м. Ужгород наведені у табл. 4.8.

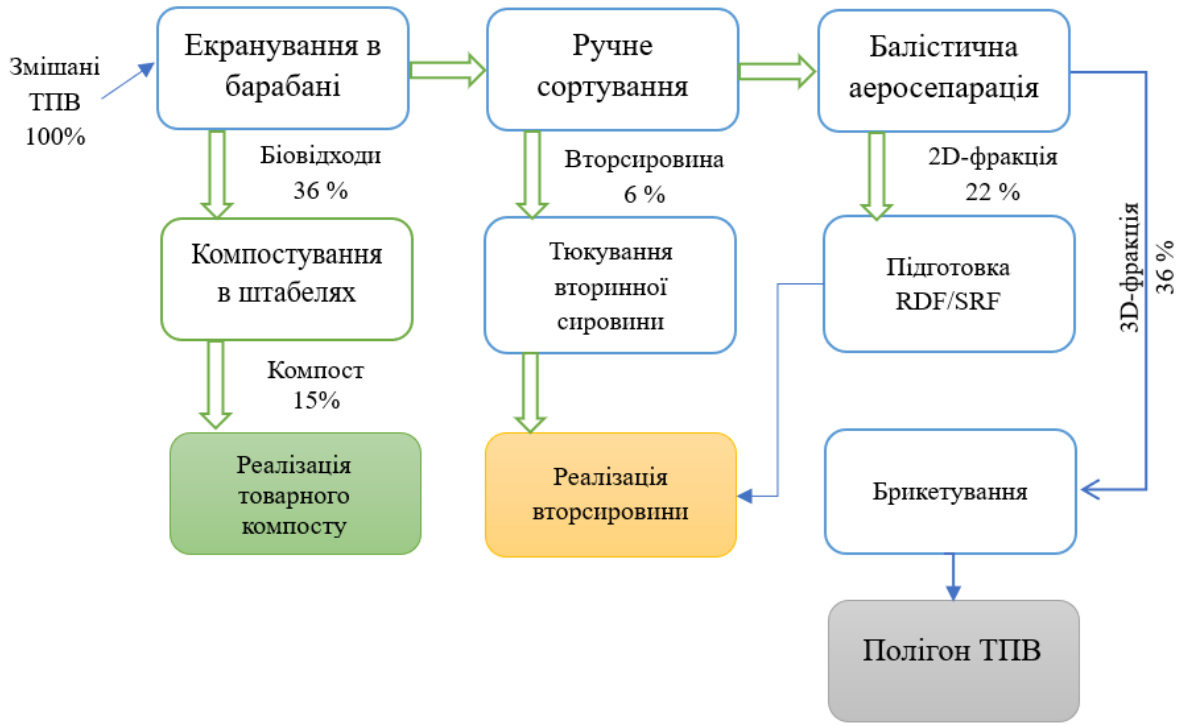


Рисунок 4.2 – Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини за Варіантом №1

Штатний розпис працівників комплексу МБО за варіантом №1 для прийнятої проектної потужності підприємства приймається відповідно до вимог ГБН В.2.2-35077234-001[26] (наведений у табл. 4.9).

Таблиця 4.8 – Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО за варіантом №1

Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру
Загальна чисельність населення, що обслуговується	осіб	115 449
Кількість ВПО	осіб	28 000
Обсяг утворення відходів (без врахування ВПО)	т/рік	50 396
Проектна потужність комплексу МБО (1 зміна на добу)	т/рік	50 000
	%	100
Вилучення ресурсоцінних компонентів	т/рік	13 900
	%	≈28
Обсяг біовідходів для компостування (вхід)	т/рік	18 000
	%	36
Залишок, що спрямовується на захоронення (без врахування залишків після ферментації)	т/рік	18 100
	%	36

Примітки: В розрахунках прийнято: споживання електроенергії 65 кВт·год на проектну тонну ПВ на добу; виробнича потужність – 25 т/год; кількість робочих днів на рік – 250; зміна 8 годин (цеху сортування); щільність метану в стандартних умовах прийнята 0,67 кг/м³ (ДСТУ ISO 13443:2015 Природний газ. Стандартні умови)

[26] ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування» // http://surl.li/cbyrg

Таблиця 4.9 – Орієнтовний штатний розпис працівників комплексу МБО за варіантом №1

№ п/п	Посада	Кількість, осіб
Адміністративно-керівні працівники		
1	Директор	1
2	Заступник директора	1
3	Головний інженер	1
4	Головний бухгалтер	1
5	Заступник головного бухгалтера	1
6	Економіст	1
7	Завідуючий хімічною лабораторією	1
8	Диспетчер	1
	Всього	**8**
Приймальне відділення та сміттєсортувальна станція		
1	Начальник	1
2	Заступник начальника	1
3	Головний механік	1
4	Механік	1
5	Енергетик	1
6	Електрик	1
7	Майстер	1
8	Слюсар	1
9	Сортувальники	27
	Всього	**35**
Відділення компостування		
1	Начальник	1
2	Заступник начальника	1
3	Майстер-технолог	1
4	Машиніст крана	1
5	Механізатор	1
6	Оператор	2
8	Хімік-лаборант	1
	Всього	**8**

Примітка: середня заробітна плата для м. Ужгород станом на 01.08.2023 р. приймається на рівні – 17 500 грн.

Інсталяційна потужність комплексу МБО за варіантом №1 складає 65 кВт на 1 т побутових відходів. Річна потреба у використанні електричної енергії складає 3250 МВт. В табл. 4.10 наведено розрахунковий баланс електричної енергії комплексу МБО за варіантом №1.

Таблиця 4.10 – Баланс електричної енергії комплексу МБО за варіантом №1

№	Найменування	Кількість, МВт/рік	Вартість електричної енергії	
			Тариф, грн	Сума, млн. грн
1	Загальна потреба використання електроенергії на рік	3250	1803,49	5,861

Примітки: Розрахунок здійснено на основі тарифу від 31.07.2023 р. для 2-го класу підприємств, а саме 1803,49 грн. Згідно розрахунку, загальне використання електроенергії для підприємства складатиме 3250 МВт на рік при розрахунку навантаження 50 тис. т/рік

Техніко-економічні показники характеризують матеріально-виробничу базу підприємства та комплексне використання ресурсів. Вони застосовуються для планування та аналізу організації виробництва та праці, рівнях техніки, якості продукції, використання основних та оборотних фондів, трудових ресурсів.

У табл. 4.11 наведені технічні показники комплексу МБО за варіантом №1, з урахуванням обраної ділянки під будівництво комплексу.

Таблиця 4.11 – Технічні показники комплексу МБО за варіантом №1

№ п/п	Показник	Значення
1	Виробнича продуктивність комплексу МБО з оброблення ПВ, т/год	25
2	Кількість робочих змін/годин	1/8
3	Кількість робочих днів	250
4	Кількість робочих годин на рік	2000
5	Кількість відходів, що може бути оброблена, т/рік	50 000
6	Ділянка мінімальних розмірів Д×Ш, м / га	100×200/2
7	Кількість робочого персоналу, осіб	51
8	Інсталяційна потужність обладнання / реальні витрати електроенергії, МВт/рік	3 250 / 3 250
9	Терміни будівництва комплексу, міс.	12

Примітки: в періоди, коли обсяг відходів перевищує номінальну продуктивність комплексу в 50 тис. т/рік, збільшення обсягів перероблення досягається шляхом впровадження додаткових змін

4.8.2 Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення відходів за Варіантом 2

Стислий опис технологічного процесу експлуатації комплексу МБО за Варіантом №2

Комплекс МБО за технологічним варіантом № 2 (рис. 4.3) забезпечує механічне сортування побутових відходів із вилученням вторинної сировини (6 %); анаеробну ферментацію біовідходів з отриманням біогазу (до 40% від загальної маси) з подальшим відновленням в електричну енергію для забезпечення власних потреб; отримання альтернативного палива RDF/SRF (до 30% від загальної маси відходів); та захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (24%).

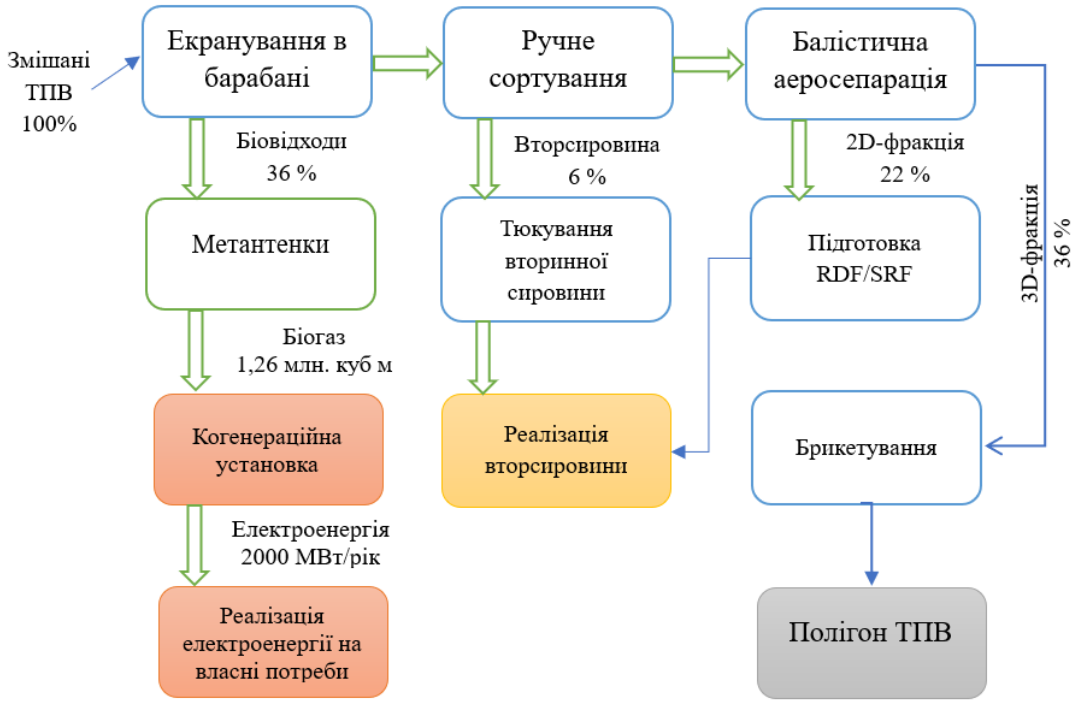


Рисунок 4.3 – Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини за Варіантом №2

Основні компоненти дохідної частини: реалізація вторинної сировини, тариф на послугу з оброблення відходів, реалізація електроенергії або біогазу (покриває частково власні потреби). Реалізація RDF/SRF приймається за нульовою ставкою.

Основні компоненти витратної частини: заробітна плата, витрати за споживання електроенергії (споживання зменшується за рахунок роботи когенераційної установки), витрати на закупівлю паливо-мастильних матеріалів, тощо.

Оцінка матеріально-ресурсних параметрів комплексу МБО за варіантом №2

В м. Ужгород та Закарпатській області відсутні гарантовані споживачі RDF/SRF. Водночас, перевезення на дальні відстані за межі області також вважається економічно недоцільним. Тому в розрахунках приймаємо нульову ставку для реалізації RDF/SRF. Використання біовідходів для анаеробної ферментації дозволить суттєво зменшити обсяги відходів та отримати біогаз, який можна реалізувати в когенераційних установках для отримання електричної енергії. Електрична енергія буде частково покривати потреби комплексу.

Таким чином, технологічний варіант комплексу МБО за варіантом №2 включає наступні функціональні цехи:

- цех механічного сортування та оброблення (сортування, подрібнення та підготовка тюків вторинної сировини);
- цех біологічного оброблення: анаеробний розклад з отриманням біогазу та подальшою утилізацією біогазу в когенераційній установці.

Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО за варіантом №2 для м. Ужгород наведені у табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО за варіантом №2

Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру
Загальна чисельність населення, що обслуговується	осіб	115 449
Кількість ВПО	осіб	28 000
Обсяг утворення відходів (без врахування ВПО)	т/рік	50 396
Проектна потужність комплексу МБО (1 зміна на добу)	т/рік	50 000
	%	100
Вилучення ресурсоцінних компонентів	т/рік	13 900
	%	≈28
Утворення біогазу	$м^3$/рік	1 260 000
Обсяг біовідходів для ферментації (вхід)	т/рік	18 000
	%	36
Залишок, що спрямовується на захоронення (без врахування залишків після ферментації)	т/рік	18 100
	%	36

Примітки: В розрахунках прийнято наступне: споживання електроенергії 65 кВт·год на 1 проектну тонну ПВ на добу; виробнича потужність – 25 т/год; кількість робочих днів на рік – 250; зміна 8 годин (цеху сортування); щільність метану в стандартних умовах 0,67 кг/м³ (ДСТУ ISO 13443:2015 Природний газ. Стандартні умови)

Штатний розпис працівників комплексу МБО за варіантом №2 для прийнятої проектної потужності підприємства приймається відповідно до вимог ГБН В.2.2-35077234-001[27] (наведений у табл. 4.13).

[27] ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування» // http://surl.li/cbyrg

Таблиця 4.13 – Орієнтовний штатний розпис працівників комплексу МБО за варіантом №2

№ п/п	Посада	Кількість, осіб
Адміністративно-керівні працівники		
1	Директор	1
2	Заступник директора	1
3	Головний інженер	1
4	Головний бухгалтер	1
5	Заступник головного бухгалтера	1
6	Економіст	1
7	Завідуючий хімічною лабораторією	1
8	Диспетчер	1
	Всього	**8**
Приймальне відділення та сміттєсортувальний цех		
1	Начальник	1
2	Заступник начальника	1
3	Головний механік	1
4	Механік	1
5	Енергетик	1
6	Електрик	1
7	Майстер	1
8	Слюсар	1
9	Сортувальники	27
	Всього	**35**
Відділення анаеробного зброджування органічної речовини, вилученої з ПВ		
1	Начальник	1
2	Технолог	1
3	Майстер	2
4	Оператор	4
5	Електрик	2
6	Слюсар-механік	2
7	Завідуючий лабораторією	1
8	Хімік-лаборант	2
	Всього	**15**
Когенераційна установка утилізації біогазу		
1	Начальник	1
2	Головний енергетик	1
3	Енергетик	1
4	Механік	1
5	Старший майстер	1
6	Механік	1
7	Майстер	2
8	Машиніст когенераційної установки (3 зміни)	3
9	Слюсар	2
	Всього	**13**

Примітка: середня заробітна плата для м. Ужгород станом на 01.08.2023 р. приймається на рівні – 17 500 грн

Інсталяційна потужність комплексу МБО за варіантом №2 складає 65 кВт на 1 т побутових відходів. Річна потреба у використанні електричної енергії складає 3250 МВт. За рахунок реалізації когенераційної установки потужністю 1 МВт/год. можливо компенсувати до 2000 МВт/рік електричної енергії. В табл. 4.14 наведено розрахунковий баланс електричної енергії комплексу МБО за варіантом №2.

Таблиця 4.14 – Баланс електричної енергії комплексу МБО за варіантом №2

№	Найменування	Кількість МВт/рік	Вартість електричної енергії	
			Тариф, грн	Сума, млн. грн
1	Загальна потреба використання електроенергії на рік	3250	1803,49	5,861
2	Кількість отриманої електроенергії від анаеробної ферментації біовідходів з отриманням біогазу	2000	–	–
3	Обсяги електроенергії для покриття потреб комплексу (операційні витрати)	1250	1803,49	2,254

Примітки: Розрахунок здійснено на основі тарифу від 31.07.2023 р. для 2-го класу підприємств, а саме 1803,49 грн. Згідно розрахунку, загальне використання електроенергії для підприємства складатиме 3250 МВт на рік. Від анаеробної ферментації біовідходів з отриманням біогазу підприємство буде отримувати 2000 МВт на рік. Кількість електроенергії для докупівлі буде складати 1250 МВт на рік при розрахунку навантаження 50 тис. т/рік

Техніко-економічні показники характеризують матеріально-виробничу базу підприємства та комплексне використання ресурсів. Вони застосовуються для планування та аналізу організації виробництва та праці, рівнях техніки, якості продукції, використання основних та оборотних фондів, трудових ресурсів.

У табл. 4.15 наведені технічні показники комплексу МБО за варіантом №2, з урахуванням обраної ділянки під будівництво комплексу.

Таблиця 4.15 – Технічні показники комплексу МБО за варіантом №2

№ п/п	Показник	Значення
1	Виробнича продуктивність комплексу МБО з оброблення ПВ, т/год	25
2	Кількість робочих змін/годин	1/8
3	Кількість робочих днів	250
4	Кількість робочих годин на рік	2000
5	Кількість відходів, що може бути оброблена, т/рік	50 000
6	Ділянка мінімальних розмірів Д×Ш, м / га	100×200/2
7	Кількість робочого персоналу, осіб	71
8	Інсталяційна потужність обладнання / реальні витрати електроенергії, МВт / рік	3 250 / 1 250
9	Терміни будівництва комплексу, міс	24

Примітки: в періоди, коли обсяг відходів перевищує номінальну продуктивність комплексу в 50 тис. т/рік, збільшення обсягів перероблення досягається шляхом впровадження додаткових змін

4.8.3 Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення відходів за Варіантом 3

Стислий опис технологічного процесу експлуатації комплексу МБО за варіантом №3

Комплекс МБО за технологічним варіантом № 3 (рис. 4.4) забезпечує механічне сортування побутових відходів з вилученням вторинної сировини (6% від загальної маси); отримання альтернативного палива RDF/SRF (до 30% від загальної маси відходів), стабілізаційне компостування біовідходів (до 40% від загальної маси) та захоронення на полігоні ПВ несортованого залишку та інертних відходів (24%).

Основні компоненти дохідної частини: реалізація вторинної сировини, тариф на послугу з оброблення відходів. Реалізація компосту та RDF/SRF приймається нульовою.

Основні компоненти витратної частини: заробітна плата, електроенергія, паливо-мастильні матеріали, тощо.

Рисунок 4.4 – Технологічна схема експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини за Варіантом №3

Оцінка матеріально-ресурсних параметрів комплексу МБО за варіантом № 3

В м. Ужгород та Закарпатській області відсутні гарантовані споживачі альтеративного палива RDF/SRF. Водночас, перевезення на дальні відстані за межі області також вважається економічно недоцільним. Тому в розрахунках приймаємо нульову ставку для реалізації RDF/SRF. Але реалізація RDF/SRF необхідна. Використання стабілізаційного компостування біовідходів дозволить суттєво зменшити обсяги відходів для захоронення на полігоні.

Таким чином, технологічний варіант комплексу МБО за варіантом №3 включає наступні цехи:

- цех механічного сортування та оброблення (сортування та подрібнення);
- цех біологічного оброблення: стабілізаційне компостування біовідходів.

Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО за варіантом № 3 для м. Ужгород наведені у табл. 4.16.

Штатний розпис працівників комплексу МБО за варіантом №3 для прийнятої проектної потужності підприємства приймається відповідно до вимог ГБН В.2.2-35077234-001[28] (наведений у табл. 4.17).

Таблиця 4.16 – Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО варіантом № 3

Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру
Загальна чисельність населення, що обслуговується	осіб	115 449
Кількість ВПО	осіб	28 000
Обсяг утворення відходів (без врахування ВПО)	т/рік	50 396
Проектна потужність комплексу МБО (1 зміна на добу)	т/рік	50 000
	%	100
Вилучення ресурсоцінних компонентів	т/рік	13 900
	%	≈28

[28] ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування» // http://surl.li/cbyrg

Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру
Обсяг біовідходів для стабілізаційного компостування (вхід)	т/рік	18 000
	%	36
Залишок, що спрямовується на захоронення	т/рік	18 100
	%	36

Примітки: В розрахунках прийнято наступне: споживання електроенергії 65 кВт·год на проектну тонну ПВ на добу; виробнича потужність – 25 т/годину; кількість робочих днів на рік – 250; зміна 8 годин (цеху сортування); щільність метану в стандартних умовах 0,67 кг/м³ (ДСТУ ISO 13443:2015 Природний газ. Стандартні умови)

Таблиця 4.17 – Орієнтовний штатний розпис працівників комплексу МБО за варіантом № 3

№ п/п	Посада	Кількість, осіб
Адміністративно-керівні працівники		
1	Директор	1
2	Заступник директора	1
3	Головний інженер	1
4	Головний бухгалтер	1
5	Заступник головного бухгалтера	1
6	Економіст	1
7	Завідуючий хімічною лабораторією	1
8	Диспетчер	1
	Всього	**8**
Приймальне відділення та сміттєсортувальна станція		
1	Начальник	1
2	Заступник начальника	1
3	Головний механік	1
4	Механік	1
5	Енергетик	1
6	Електрик	1
7	Майстер	1
8	Слюсар	1
9	Сортувальники	27
	Всього	**35**
Станція стабілізації біовідходів		
1	Начальник	1
2	Заступник начальника	1
3	Майстер-технолог	1
4	Машиніст крана	1
5	Механізатор	1
6	Оператор	2
8	Хімік-лаборант	1
	Всього	**8**

Примітка: середня заробітна плата для м. Ужгород станом на 01.08.2023 р. приймається на рівні – 17 500 грн.

Інсталяційна потужність комплексу МБО за варіантом № 3 складає 65 кВт на 1 т побутових відходів. Річна потреба у використанні електричної енергії складає 3250 МВт. В табл. 4.18 наведено розрахунковий баланс електричної енергії комплексу МБО за варіантом №3.

Таблиця 4.18 – Баланс електричної енергії комплексу МБО за варіантом № 3

№	Найменування	Кількість МВт/рік	Вартість електричної енергії	
			Тариф, грн	Сума, млн. грн
1	Загальна потреба використання електроенергії на рік	3250	1803,49	5,861

Примітки: Розрахунок здійснено на основі тарифу від 31.07.2023 р. для 2-го класу підприємств, а саме 1803,49 грн. Згідно розрахунку, загальне використання електроенергії для підприємства складатиме 3250 МВт на рік при розрахунку навантаження 50 тис. т/рік

Техніко-економічні показники характеризують матеріально-виробничу базу підприємства та комплексне використання ресурсів. Вони застосовуються для планування та аналізу організації виробництва та праці, рівнях техніки, якості продукції, використання основних та оборотних фондів, трудових ресурсів.

У табл. 4.19 наведені технічні показники комплексу МБО за варіантом № 3, з урахуванням обраної ділянки під будівництво комплексу.

Таблиця 4.19 – Технічні показники комплексу МБО за варіантом № 3

№ п/п	Показник	Значення
1	Виробнича продуктивність комплексу МБО з оброблення ПВ, т/год	25
2	Кількість робочих змін/годин	1/8
3	Кількість робочих днів	250
4	Кількість робочих годин на рік	2000
5	Кількість відходів, що може бути оброблена, т/рік	50 000
6	Ділянка мінімальних розмірів Д×Ш, м / га	100×200/2,0
7	Кількість робочого персоналу, осіб	51
8	Інсталяційна потужність обладнання / реальні витрати електроенергії, МВт / рік	3 250 / 3 250
9	Терміни будівництва комплексу, міс.	12

Примітки: в періоди, коли обсяг відходів перевищує номінальну продуктивність комплексу в 50 тис. т/рік, збільшення обсягів перероблення досягається шляхом впровадження додаткових змін

4.9 Схема розташування планованих об’єктів і споруд об’єкту оброблення (сортування) вторинної сировини

Комплекс МБО призначений для оброблення ПВ, отриманих в результаті їх роздільного збору в окремі контейнери (або мішки) в м. Ужгород, основною сировиною для комплексу МБО є змішані ПВ та роздільно зібрана вторинна сировина, які спеціальним автотранспортом доставляються на оброблення або сортування. При використанні запланованого комплексу МБО відсутня необхідність зміни існуючої логістики та транспортування ПВ від місць накопичення до об’єкту оброблення суб’єктом господарювання у сфері управління відходами.

4.9.1 Ділянка для будівництва об’єкту оброблення побутових відходів

Реалізація проекту будівництва об’єкту оброблення побутових відходів (в т.ч. сортування вторинної сировини) (комплексу МБО) для м. Ужгород, пропонується на ділянці, розташованій за межами м. Ужгород, поблизу полігону ПВ, за координатами 48.578717, 22.351197 (рис. 4.5).

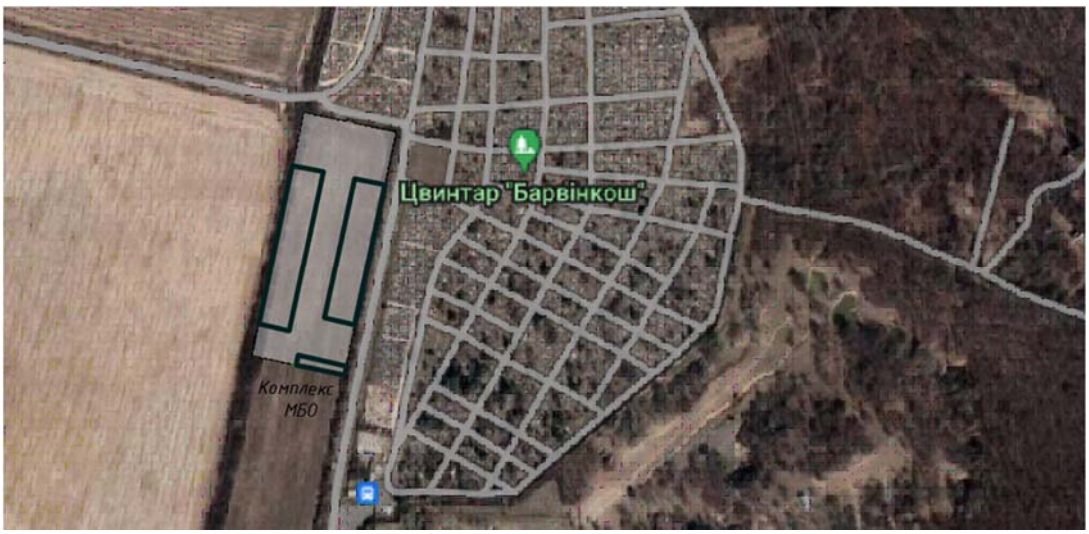


Рисунок 4.5 – План ділянки для розташування об’єкту оброблення побутових відходів (комплексу МБО) для м. Ужгород

Загальна площа майданчика для розташування запланованих об’єктів і споруд об’єкту оброблення ПВ відповідно до проектної потужності, складає 2,0 га. Межі визначені розмірами комплексу МБО, який буде огороджено по периметру парканом. Багато- та малоповерхові садибні житлові забудови на місцевості – відсутні.

4.9.2 Плановані об’єкти і споруди об’єкту оброблення (сортування) вторинної сировини

Функціональне зонування комплексу МБО

Технологія, що використовує комплекс МБО, включає процеси ручного та механічного сортування, пресування, оброблення біовідходів. У процесі діяльності комплексу МБО передбачається вилучення шляхом комбінованого сортування ПВ та подальше отримання вторсировини або готової продукції.

Функціональні зони комплексу МБО (в т.ч., озеленення, дорожнє покриття, примикаючі території за межами огорожі комплексу):

- *предзаводська зона* – розміщена при в’їзді (головному вході) на підприємство зі сторони населеного пункту та включає в себе стоянки для автотранспорту і елементи благоустрою;
- *промислова (технологічна зона)* – займає більшу частину території підприємства та включає в себе основні цехи, спорудження та відкриті технологічні установки: складається з цеху сортування ПВ (стадія механічного оброблення) з лінією виробництва альтернативного палива RDF та цеху оброблення біовідходів з виробництвом компосту (стадія біологічного оброблення);
- *підсобна зона* – включає в себе території підприємства, зайняті об’єктами допоміжного (господарсько-побутові приміщення, ремонтні, тарні тощо), енергетичного (мережі електропостачання), санітарно-технічного (очисні споруди), комунікаційного (мережі вентиляції та кондиціювання, опалення, каналізації) та іншого призначення;
- *складська зона* – включає в себе території, необхідні для складування сировини, матеріалів, готової продукції, та є найбільш вантажомісткою й насиченою транспортними шляхами.

Архітектурно-планувальне рішення комплексу МБО

Головні планувальні рішення та схема розташування планованих об’єктів і споруд об’єкту оброблення (сортування) вторинної сировини обумовлені наявністю вільної від

забудови ділянки під будівництво на території громади і технологічними рішеннями розташування комплексу МБО та відображені на кресленні в Додатку Е.

Розміщення (компонування) основних споруд об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини, в тому числі, елементів комплексу МБО усередині всіх будівель (споруд), здійснюється з урахуванням раціональнішого використання їх площі, планування, комунікаційних систем, зовнішніх під'їздів тощо.

Запропонований комплекс МБО складається з (див. креслення в Додатку Е):

1. Ділянки розташування цеху сортування з відповідним обладнанням, в т.ч., лінією виробництва альтернативного палива RDF.

2. Ділянки розташування цеху компостування з відповідним обладнанням.

3. Блоку приміщень допоміжно-технічного призначення цехів сортування та компостування та для загального функціонування комплексу МБО.

4. Зовнішніх просторових металевих конструкцій кріплення технологічного обладнання цехів сортування та компостування та необхідного для загального функціонування комплексу МБО.

Предзаводська зона за межами огорожі комплексу МБО розташована на в'їзді з північної частини ділянки будівництва. Відкритий майданчик легкового автомобільного транспорту розраховується від кількості працюючих і згідно ДБН В.2.3-5[29] та ДБН В.2.5-15[30].

Територія комплексу МБО огороджується по периметру парканом зі збірного залізобетону висотою на менше 1,6 м. Прохідна розташована з північної сторони території ділянки будівництва комплексу МБО. Головний фасад споруди – на півночі.

Все технологічне обладнання комплексу МБО розташовується під дахом швидкомонтованих збірно-розбірних конструкцій. Як приклад, це можуть бути конструкції у вигляді гнутих несучих арок з високоякісного алюмінію, між котрими розміщуються попередньо напружені панелі мембрани. Максимальна ширина споруди сягає 30 м. Продукція сертифікована УкрСЕПРО і має дозволи на використання в Україні. Конструкції мають можливість бути розібрані, переміщені та зібрані на новому місці з 100% зберіганням якості нової конструкції. Модульна конфігурація дозволяє добавлять нові секції для збільшення розміру площі цеху по довжині. Перевагою конструкцій, у випадку прийнятних ґрунтових умов, є відсутність необхідності будувати фундаменти при прольоті шириною до 40 м. Конструкції мають 30 років гарантії.

Благоустрій та озеленення території

По периметру споруд комплексу МБО передбачається улаштування асфальтобетонного мощення, ширина якого складає 1,0 м.

Для технологічного і протипожежного обслуговування комплексу МБО використовуються запроектовані проїзди. Покриття проїздів – асфальтобетонне. Проїзди, тротуари і майданчики обмежені бордюрами.

Для проходу робітників з цехів і приміщень комплексу до проїздів – запроектовано тротуар, мінімальна ширина якого складає 1,0 м.

В проекті запропоновано майданчик для відпочинку персоналу, а також майданчик для місця паління.

Територія комплексу озеленена.

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на території майданчику будівництва, передбачається озеленення вільних від забудови ділянок шляхом:

- насадження декоративних дерев;
- засівання газонів довголітніми травами.

При насадженні нових дерев додається до 50% рослинного ґрунту. При улаштуванні газонів, додається шар рослинного ґрунту товщиною 0,15 м, а при улаштуванні квітників – 0,20 м.

[29] ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Зі зміною № 1

[30] ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі зміною № 1

Основні показники генплану ділянки будівництва комплексу МБО наведені в табл. 4.20.

Таблиця 4.20 – Головні показники генплану ділянки будівництва (комплекс МБО)

№ п/п	Назва показника	Од. виміру	Значення показників
1	Загальна площа ділянки будівництва (комплекс МБО з благоустроєм)	га	2,0
2	Площа забудови цеху сортування ПВ*	$м^2$	3 600
3	Площа забудови цеху компостування біовідходів	$м^2$	4 050
4	Площа озеленення ділянки будівництва	$м^2$	6 000
5	Площа асфальтобетонного покриття	$м^2$	6 350

*продуктивність сміттєсортувальної лінії комплексу МБО прийнято на рівні 25 т/год

Організація поверхневого стоку, водовідведення та водопостачання

Організацію поверхневого стоку комплексу МБО необхідно виконати з урахуванням рельєфу місцевості, відміток існуючих доріг, мінімального об'єму земляних робіт і надійного відведення дощової води від споруд, що проектуються.

Підготовка території – підсипка з місцевого ґрунту до проектних відміток з плануванням поверхні майданчику.

Відведення поверхневої дощової води з території комплексу МБО здійснюється по спланованій поверхні дорожнього покриття з мінімальним ухилом на існуючий проїзд, а далі до локальних очисних споруд (ЛОС) комплексу МБО.

В якості ЛОС запропоновано використання блочних закритого типу з залізобетону, до складу яких входять:

1. Підземний герметичний залізобетонний резервуар з внутрішньою гідроізоляцією, розділений на технологічні відсіки. Всередину резервуару встановлюється технологічне обладнання та трубопроводи. Для доступу в резервуар та сервісу обладнання передбачені поліпропіленові люки 1000/1000 мм з тепло- і звукоізоляцією. Які дозволяють робити сервіс або ремонт обладнання без зупинки ЛОС.
2. Блок механічного передочищення, що складається з механічної решітки, піскоуловлювача та корзини накопичення. Він встановлюється поруч з залізобетонним резервуаром в залізобетонний колодязь.
3. Надземний модульний будиночок з технологічним устаткуванням, обладнаний системою опалення та вентиляції, в якому знаходиться наступне обладнання:

- повітродувна станція
- піщано-гравійний фільтр доочищення
- блок знезараження стічних вод
- центральний пульт керування очисними спорудами
- блок зневоднення осаду з баком приготування флокулянту (опціонально)
- блок фільтрування повітря.

Водопостачання комплексу забезпечується за допомогою децентралізованого водопостачання, джерелом якого є 2 свердловини глибиною до 150 м (необхідне уточнення при проведенні геологічних вишукувань). Дебет свердловини – до 9 $м^3$/год.

Системи збору та очищення фільтрату від ПВ

Утворення фільтрату від ПВ передбачається в наступних місцях технологічного циклу:

- майданчиках вивантаження спецавтотранспорту (місця складування ПВ перед сортуванням) та з барабанного грохоту;
- на майданчику складування штабелів для дозрівання компосту.

Для збору фільтрату від ПВ передбачено облаштування дренажу уздовж підошви місця складування ПВ, перед подальшим його завантаженням до барабанного грохоту. Дренаж фільтрату запропонований у вигляді дрени, покладеної уздовж підошви верхового укосу місця

складування з подальшим постачанням фільтрату на ЛОС комплексу МБО. Утворюваний фільтрат з барабанного грохоту подається до ЛОС по жолобам.

Фільтрат від ПВ, що поступає на ЛОС, після очищення (очищена вода) використовується для зволоження суміші компосту. Надлишкова очищена вода скидається до міської каналізації.

4.9.3 Короткий опис основних операцій та характеристик планованих об'єктів і споруд об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини

Блок приймання та сортування ПВ (основні операції)

1. Приймання відходів. Змішані відходи поступають до приймального відділення сміттєвозами. Відбувається зважування сміттєвозів та контроль радіоактивності. Розвантаження сміттєвозів до приймального майданчику.
2. Відбір великогабаритних відходів, які випадково потрапили до системи збору змішаних ПВ – відбір покришок, будівельних відходів, великогабаритних відходів. Направлення відібраних відходів до боксів комплексу МБО.
3. Завантаження ПВ на транспортер. ПВ на транспортері поступають до розривача пакетів та коробок. При розриванні пакетів відбувається відсмоктування повітря з пилом та його очищення в фільтрах.
4. ПВ поступають в барабанний грохот для сепарації. Відокремлюється органічна та баластна складові (підекранна фракція – перший «хвіст»), які поступають в цех компостування. Інша фракція (надекранна фракція) поступає до камери ручного сортування.
5. В камері ручного сортування відбувається відокремлення вторинної сировини. Відібрана вторинна сировина складається в боксах.
6. Із боксів на транспортері вторсировина поступає до пресу для брикетування.

Блок RDF

1. Залишок несортованої фракції ПВ (другий «хвіст») після ручного сортування: взуття, ганчір'я, частини меблів, пластикові та гумові вироби, шкіра, тетрапак, памперси тощо. Залишок несортованих ПВ проходить через автоматичний магнітний сепаратор, подрібнюється, пресується та пакується в бухти.

Блок компостування

1. Залишок відсортованої фракції ПВ (перший «хвіст»): біорозпадна фракція ПВ (біовідходи), інертні та баластні частини, металеві частини. Залишок формується в ряди-бурти, що накриті металевими листами. Періодично перемішуються та зволожуються до дозрівання. Аерація контрольована та штучна. За потреби додають наповнювач чи інші речовини. Готовий продукт просіюють та пакують. Відсів після компостування (інертні та баластні частини, металеві частини) потрапляє в спеціальні бокси.

РОЗДІЛ V. ЗВЕДЕНІ КОШТОРИСНІ РОЗРАХУНКИ ВАРТОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНИХ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА (РОЗМІЩЕННЯ) ОБ'ЄКТУ ОБРОБЛЕННЯ (СОРТУВАННЯ) ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Розрахунки щодо визначення основних оціночних фінансово-економічних показників центрального об'єкту оброблення відходів в м. Ужгород та прогнозних параметрів його функціонування виконувалися, в тому числі, з використанням результатів натурних досліджень морфологічного складу побутових відходів (ПВ) м. Ужгород (табл. 4.4) та прогнозу доходів від реалізації вторинної сировини, отриманої на комплексі МБО в м. Ужгород (табл. 4.5).

До зведеного кошторисного розрахунку вартості будівництва включаються підсумки по всіх об'єктних кошторисних розрахунках, кошторисних розрахунках на окремі види витрат. До розрахунків включено наступні підсумки:

Глава 1. Підготовка території будівництва.
Глава 2. Основні об'єкти будівництва.
Глава 3. Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення.
Глава 4. Об'єкти енергетичного господарства.
Глава 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку.
Глава 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, тепло- і газопостачання.
Глава 7. Благоустрій та озеленення території.
Глава 8. Тимчасові будівлі та споруди.
Глава 9. Інші роботи та витрати.
Глава 10. Утримання служби замовника і авторський нагляд.
Глава 12. Проектні й вишукувальні роботи.

Зведені кошторисні розрахунки вартості впровадження проекту будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини для м. Ужгород наведені для наступних (розглянутих в р. 4) варіантів комплектації комплексу механіко-біологічного оброблення (МБО):

1) компостування біовідходів (отримання компосту);
2) анаеробна ферментація біовідходів (отримання біогазу та його утилізація в когенераційній установці);
3) стабілізація біовідходів (отримання інертних відходів).

5.1 Оцінка кошторисної вартості будівництва та основних фінансово-економічних показників комплексу МБО (за варіантом №1)

Кошторисні показники вартості будівництва комплексу МБО за варіантом №1 (компостування біовідходів) включають будівництво цеху сортування, цеху біологічного оброблення біовідходів, будівельні роботи, проектні роботи та авторський нагляд за будівництвом.

Капітальні витрати на будівництво в м. Ужгород комплексу МБО за варіантом №1 наведені у табл. 5.1. Операційні витрати комплексу МБО за варіантом №1 в м. Ужгород наведені у табл. 5.2.

Таблиця 5.1 – Інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво в м. Ужгород комплексу МБО за варіантом №1 (з компостуванням)

Найменування витрат	Кошторисна вартість	
	млн. грн	млн. євро
Цех механічного сортування	181,17	4,5
Цех біологічного оброблення (компостування)	126,82	3,15
Будівельно-монтажні роботи	140,91	3,5
Проектування та авторський нагляд	24,15	0,6
Разом:	**473,05**	**11,75**

Примітки: станом на 31.07.2023 р. прийнято курс євро до гривні у розмірі 40,26 грн за 1 євро

Таблиця 5.2 – Операційні витрати комплексу МБО за варіантом №1 (з компостуванням)

Найменування витрат	Прогнозування	Рік 1	Рік 3	Рік 5	Рік 7	Рік 9	Рік 11	Рік 13
Витрати на закупівлю електроенергії, млн. грн	0,05	5,86	6,46	7,12	7,85	8,66	9,55	10,52
Витрати на заробітну плату, млн. грн	0,10	10,71	12,96	15,68	18,97	22,96	27,78	33,61
Витрати на технічне обслуговування обладнання, млн. грн	0,10	18,91	22,89	27,69	33,51	40,54	49,06	59,36
Витрати на транспортування, млн. грн	0,03	1,22	1,29	1,37	1,46	1,55	1,64	1,74
Разом	**–**	**36,70**	**43,60**	**51,87**	**61,79**	**73,71**	**88,02**	**105,24**

Примітки: тариф на електроенергію ПРАТ «Закарпаттяобленерго» для 2 класу напруги станом на 31.07.2023 р. становить 1803,49 грн за 1 МВт·год, без ПДВ; встановлена потужність комплексу прийнята 65 кВт/т; транспортування враховує додаткові перевезення, які пов'язані з роботою комплексу; фонд заробітної плати прийнято за середньою заробітною платою в Закарпатській області з врахуванням прийнятої штатної чисельності

Зведений кошторис на нове будівництво комплексу з оброблення ПВ (комплексу МБО за варіантом №1) наведено в табл. 5.3. Підсумки Глав 1-10 та 12 зведеного кошторисного розрахунку наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.3 – Зведений кошторис на нове будівництво комплексу з оброблення ПВ (комплексу МБО за варіантом № 1)

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
1	Цех механізованого сортування побутових відходів	120,0×30,0×6,5	3600	Металеві колони, ферми (60 кг/м²), фундаменти	49640
2	Автоматизована сортувальна лінія	108,0×30	3240	Обладнання збірне на закладних кріпленнях	99693
3	Цех перероблення біовідходів	126×30×6,53	–	Металеві колони, ферми (60 кг/м²), фундаменти	49940
4	Контрольно-пропускний пункт	8,0×4,0	32	Типова споруда з цегли (опалювальна)	303,42
5	Вагова	8,0×3,0	24	Типова споруда з цегли (неопалювальна)	250,49
6	Обладнання для вагової, автоматика	–	–	–	248,61
7	Приямок для дезінфекції та миття коліс	8,0×3,5×0,3	28	Основа з бетону, навіс – металеві конструкції, ворота	547,95
8	Майданчик для автотранспорту	100,0×50,0	5000	Асфальтобетон	720,16
9	Паркан, м	606	–	ЗБ панелі огорожі висотою 1,6 м	4368,37
10	Обладнання для компостування (в складі п.1.2)	126×30×6,53	3780	Вертикальне планування, бетонна підлога, обладнання для компостування, електрика, без опалення	17520
11	Модуль з перероблення деревинних відходів	10,0×2,5	25	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві	1250,3

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
				конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	
12	Модуль з перероблення скляних відходів	5,0×2,0	10	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	925,45
13	Модуль з перероблення полімерних відходів	2,5×3,0	7,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1302,12
14	Модуль з перероблення резинових відходів	2,5×3,0	7,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	550,67
15	Модуль з перероблення текстильних відходів	2,0×1,5	3	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	450,8
16	Модуль з перероблення небезпечних відходів	1,0×1,5	1,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	650,78
17	Модуль з перероблення негабаритних відходів	10,0×12,0	120	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1200
19	Модуль зворотнього водопостачання та локальних очисних споруд	10,0×30,0	300	Металеві конструкції (40 кг/м²), фундаменти	19100
20	Складські приміщення (для вторинної сировини)	50,0×30,0	1500	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1680,5
21	Ремонтно-технічний модуль	50,0×12,0	600	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін	1065,46

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
				(30 кг/м²), електрика, без опалення	
22	Модуль санітарного оброблення транспорту та контейнерів	36,0×12,0	432	Вертикальне планування, асфальтобетон	360,71
23	Адміністративно-побутовий модуль	35,0×6,0	210	Модульні збірні будинки	5761,29
24	Майданчик для відпочинку	6,0×6,0	36	Некапітальна споруда (без фундаменту)	106,55
25	Трансформаторна підстанція (зовнішнє живлення)	6,0×9,0	54	Типова будівля	1115,18
26	в т.ч. обладнання для ТП	–	–	Обладнання	3061,41
27	Зовнішні мережі водопроводу	–	–	–	2358,36
28	Зовнішні електричні мережі	–	–	–	1653,02
29	Дороги	–	–	Асфальтобетон	1322
30	Благоустрій, озеленення	–	–	–	943,13
31	Будівельно-монтажні роботи	–	–	–	140910
32	Проектування та авторський нагляд	–	–	–	24150
	Разом	–	–	–	**432789,02**

Створення центрального об'єкту оброблення ПВ в м. Ужгород виходить за рамки спроможності місцевого бюджету, тому можуть бути залучені кошти надавачів послуг або інвестиційні кошти (кредитні) від міжнародних фінансових установ. Інші витрати, пов'язані з придбанням обладнання машин та засобів для впровадження послуги поводження з ПВ в м. Ужгород, покладаються на місцевий бюджет або спеціальний фонд обласного бюджету.

В розрахунках для реалізації комплексу МБО в м. Ужгород прийнято умови надання кредиту, аналогічні як у кредитній угоді м. Хмельницький. Термін надання кредиту – 13 років. Відсоток – 5,75% річних, одноразова комісія – 1,2%. Індикативна оцінка витрат на погашення кредиту за роками для реалізації комплексу МБО в м. Ужгород наведена в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Індикативна оцінка витрат на погашення кредиту за роками (реалізація комплексу МБО за варіантом № 1)

Період	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Відшкодування за кредитом, млн. грн	51,75	57,05	66,05	72,82	84,3	92,94

Примітки: розрахунок зроблений з урахуванням річної ставки по кредиту 5,75% та прогнозованим зростанням курсу євро на 5% щорічно

Різниця між рекомендованим та існуючим тарифом на поводження з відходами в м. Ужгород при реалізації комплексу МБО представимо як окремий показник «вклад в тариф». Проведемо прогнозну оцінку змінення тарифу на поводження з відходами (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Розрахунок впливу на тариф послуги поводженням з побутовими відходами (комплекс МБО за варіантом № 1)

Найменування показника	Період					
	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Операційні витрати, млн. грн/рік	36,70	43,60	56,60	67,48	88,02	105,24
Реалізація вторинної сировини, млн. грн. рік	58,20	64,80	76,20	84,80	99,66	110,98
Зобов'язання по кредиту, млн. грн/рік	51,75	57,05	66,05	72,82	84,30	92,94
Вклад в тариф на послугу перероблення побутових відходів, млн. грн/рік	30,25	35,85	46,45	55,50	72,66	87,20
Тариф на послугу з перероблення побутових відходів, грн/т	605,00	717,00	929,00	1110,00	1453,20	1744,00
Тариф на послугу поводження з побутовими відходами, грн/т	1563,21	1694,47	1936,09	2137,33	2511,66	2823,74

За результатами розрахунків можна побачити, що тариф на послугу з поводження з ПВ на початок реалізації проекту (комплексу МБО за варіантом № 1) становить 1886,21 грн/т при економічно рекомендованому тарифі 2087 грн/т, що дорівнює внутрішній нормі прибутку (IRR) у 10% та терміну окупності 6-7 років. В перерахунку на діючу норму надання послуг тариф для населення складе 379,12 грн/м³ на рік.

5.2 Оцінка кошторисної вартості будівництва та основних фінансово-економічних показників комплексу МБО (за варіантом №2)

Кошторисні показники вартості будівництва комплексу МБО за варіантом №2 (з анаеробною ферментацією та утилізацією біогазу в когенераційній установці) включають будівництво цеху сортування, цеху біологічного оброблення біовідходів, монтажні роботи когенераційної установки, будівельні роботи, проектні роботи та авторський нагляд за будівництвом.

Капітальні витрати на будівництво в м. Ужгород комплексу МБО за варіантом №2 наведені у табл. 5.6. Операційні витрати комплексу МБО за варіантом №2 в м. Ужгород наведені у табл. 5.7.

Таблиця 5.6 – Інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво комплексу МБО за варіантом №2 (з анаеробною ферментацією та утилізацією біогазу)

Найменування витрат	Кошторисна вартість	
	млн. грн	млн. євро
Цех механічного сортування	181,17	4,5
Цех біологічного оброблення (генерація біогазу в метантенках з подальшим виробленням електроенергії)	161,04	4,0
Обладнання для вироблення електричної енергії (1 МВт)	36,23	0,9
Будівельно-монтажні роботи	152,99	3,8
Проектування та авторський нагляд	24,15	0,6
Разом:	**555,58**	**13,8**

Примітки: станом на 31.07.2023 р. прийнято курс євро до гривні у розмірі 40,26 грн за 1 євро

Таблиця 5.7 – Операційні витрати комплексу МБО за варіантом №2 (з анаеробною ферментацією та утилізацією біогазу)

Найменування витрат	Прогнозування	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Витрати на закупівлю електроенергії, млн. грн	0,05	2,26	2,49	2,88	3,18	3,68	4,06
Витрати на заробітну плату, млн. грн	0,1	14,91	18,04	24,01	29,06	38,67	46,79
Витрати на технічне обслуговування обладнання, млн. грн	0,1	19,91	24,09	32,07	38,80	51,64	62,49
Витрати на транспортування, млн. грн	0,03	1,22	1,29	1,41	1,50	1,64	1,74
Разом		**38,30**	**45,92**	**60,38**	**72,53**	**95,63**	**115,08**

Примітки: тариф на електроенергію ПРАТ «Закарпаттяобленерго» для 2 класу напруги станом на 31.07.2023 р. становить 1803,49 грн за 1 МВт·год., без ПДВ; встановлена потужність комплексу прийнята 65 кВт/т; транспортування враховує додаткові перевезення, які пов'язані з роботою комплексу; фонд заробітної плати прийнято за середньою заробітною платою в Закарпатській області з врахуванням прийнятої штатної чисельності

Зведений кошторис на нове будівництво комплексу з оброблення ПВ (комплексу МБО за варіантом № 2) наведено в табл. 5.8. Підсумки Глав 1-10 та 12 зведеного кошторисного розрахунку наведено в табл. 5.6.

Таблиця 5.8 – Зведений кошторис на нове будівництво комплексу з оброблення ПВ (комплексу МБО за варіантом № 2)

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
1	Цех механізованого сортування побутових відходів	120,0×30,0×6,5	3600	Металеві колони, ферми (60 кг/м²), фундаменти	49 640,00
2	Автоматизована сортувальна лінія	108,0×30	3240	Обладнання збірне на закладних кріпленнях	99 693,00
3	Цех перероблення біовідходів	126×30×6,53	–	Металеві колони, ферми (60 кг/м²), фундаменти	49 940,00
4	Контрольно-пропускний пункт	8,0×4,0	32	Типова споруда з цегли (опалювальна)	303,42
5	Вагова	8,0×3,0	24	Типова споруда з цегли (неопалювальна)	250,49
6	Обладнання для вагової, автоматика	–	–	–	248,61
7	Приямок для дезінфекції та миття коліс	8,0×3,5×0,3	28	Основа з бетону, навіс – металеві конструкції, ворота	547,95
8	Майданчик для автотранспорту	100,0×50,0	5000	Асфальтобетон	720,16
9	Паркан, м	606	–	ЗБ панелі огорожі висотою 1,6 м	4 368,37
10	Метантенки та обладнання для генерації біогазу, осушення та кондиціонування (в складі п.1.2)	126×30×6,53	3780	Вертикальне планування, бетонна підлога, метантенки, обладнання для осушення, кондиціонування	92 000,00

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
				біогазу, електрика, без опалення	
11	Модуль з перероблення деревинних відходів	10,0×2,5	25	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1250,3
12	Модуль з перероблення скляних відходів	5,0×2,0	10	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	925,45
13	Модуль з перероблення полімерних відходів	2,5×3,0	7,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1302,12
14	Модуль з перероблення резинових відходів	2,5×3,0	7,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	550,67
15	Модуль з перероблення текстильних відходів	2,0×1,5	3	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	450,80
16	Модуль з перероблення небезпечних відходів	1,0×1,5	1,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	650,78
17	Модуль з перероблення негабаритних відходів	10,0×12,0	120	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1 200,00
18	Енергетичний модуль с розміщенням когенераційної установки	48,0×24,0	1152	Цегляна капітальна будівля	36 230,00
19	Модуль зворотнього водопостачання та локальних очисних споруд	10,0×30,0	300	Металеві конструкції (40 кг/м²), фундаменти	19 100,00

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
20	Складські приміщення (для вторинної сировини)	50,0×30,0	1500	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1 680,50
21	Ремонтно-технічний модуль	50,0×12,0	600	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1 065,46
22	Модуль санітарного оброблення транспорту та контейнерів	36,0×12,0	432	Вертикальне планування, асфальтобетон	360,71
23	Адміністративно-побутовий модуль	35,0×6,0	210	Модульні збірні будинки	5 761,29
24	Майданчик для відпочинку	6,0×6,0	36	Некапітальна споруда (без фундаменту)	106,55
25	Трансформаторна підстанція (зовнішнє живлення)	6,0×9,0	54	Типова будівля	1 115,18
26	в т.ч. обладнання для ТП	–	–	Обладнання	3 061,41
27	Зовнішні мережі водопроводу	–	–	–	2 358,36
28	Зовнішні електричні мережі	–	–	–	1 653,02
29	Дороги	–	–	Асфальтобетонне покриття	1 322,00
30	Благоустрій, озеленення	–	–	–	943,13
31	Будівельно-монтажні роботи	–	–	–	152 990,00
32	Проектування та авторський нагляд	–	–	–	24 150,00
	Разом	–	–	–	**555 580,00**

Створення центрального об’єкту оброблення ПВ в м. Ужгород виходить за рамки спроможності місцевого бюджету, тому можуть бути залучені кошти надавачів послуг або інвестиційні кошти (кредитні) від міжнародних фінансових установ. Інші витрати, пов’язані з придбанням обладнання машин та засобів для впровадження послуги поводження з ПВ в м. Ужгород, покладаються на місцевий бюджет або спеціальний фонд обласного бюджету.

В розрахунках для реалізації комплексу МБО в м. Ужгород прийнято умови надання кредиту, аналогічні як у кредитній угоді м. Хмельницький. Термін надання кредиту – 13 років. Відсоток – 5,75% річних, одноразова комісія – 1,2%. Індикативна оцінка витрат на погашення кредиту за роками для реалізації комплексу МБО в м. Ужгород наведена в табл. 5.9.

Різниця між рекомендованим та існуючим тарифом на поводження з відходами в м. Ужгород при реалізації комплексу МБО представимо як окремий показник «вклад в тариф». Проведемо прогнозну оцінку змінення тарифу на поводження з відходами (табл. 5.10).

Таблиця 5.9 – Індикативна оцінка витрат на погашення кредиту за роками (реалізація комплексу МБО за варіантом № 2)

Роки	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Відшкодування за кредитом, млн. грн	65,9	72,6	84,1	92,7	107,3	118,3

Примітки: розрахунок зроблений з урахуванням річної ставки по кредиту у 5,75% та прогнозованим зростанням курсу євро на 5% щорічно

Таблиця 5.10 – Прогноз зміни тарифу послуги поводженням з побутовими відходами (комплекс МБО за варіантом № 2)

Найменування показника	Період					
	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Операційні витрати, млн. грн / рік	38,70	45,92	60,38	72,53	95,63	115,08
Реалізація вторинної сировини, млн. грн. рік	58,20	64,80	76,20	84,80	99,66	110,98
Зобов'язання по кредиту, млн. грн / рік	65,9	72,6	84,1	92,7	107,3	118,3
Вклад в тариф на послугу перероблення побутових відходів, млн. грн / рік	46,40	53,72	68,28	80,43	103,27	122,40
Тариф на послугу з перероблення побутових відходів, грн/т	928,00	1074,36	1365,53	1608,70	2065,50	2447,96
Тариф на послугу поводження з побутовими відходами, грн/т	1886,21	2051,83	2372,62	2636,03	3123,96	3527,70

За результатами розрахунків можна побачити, що тариф на послугу з поводження з побутовими відходами на початок реалізації проекту (комплексу МБО за варіантом № 2) становить 1886,21 грн/т при економічно рекомендованому тарифі 2087 грн/т, що дорівнює внутрішній нормі прибутку (IRR) у 10% та терміну окупності 6-7 років. В перерахунку на діючу норму надання послуг тариф для населення складе 379,12 грн/м³ на рік.

5.3 Оцінка кошторисної вартості будівництва та основних фінансово-економічних показників комплексу МБО (за варіантом №3)

Кошторисні показники вартості будівництва комплексу МБО за варіантом №3 (зі стабілізаційним компостуванням біовідходів) включають будівництво цеху сортування, цеху біологічного оброблення біовідходів, будівельні роботи, проектні роботи та авторський нагляд за будівництвом.

Капітальні витрати на будівництво в м. Ужгород комплексу МБО за варіантом №3 наведені у табл. 5.11. Операційні витрати комплексу МБО за варіантом №3 в м. Ужгород наведені у табл. 5.12.

Таблиця 5.11 – Інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво комплексу МБО за варіантом №3 (зі стабілізаційним компостуванням біовідходів)

Найменування витрат	Кошторисна вартість	
	млн. грн	млн. євро
Цех механічного сортування	181,17	4,5
Станція стабілізації біовідходів	163,05	4,05

Найменування витрат	Кошторисна вартість	
	млн. грн	млн. євро
Будівельно-монтажні роботи	148,96	3,7
Проектування та авторський нагляд	24,16	0,6
Разом:	**517,34**	**12,85**

Примітки: станом на 31.07.2023 р. прийнято курс євро до гривні у розмірі 40,26 грн за 1 євро

Таблиця 5.12 – Операційні витрати комплексу МБО за варіантом №3 (зі стабілізаційним компостуванням біовідходів)

Найменування витрат	Прогнозування	Рік 1	Рік 3	Рік 5	Рік 7	Рік 9	Рік 11	Рік 13
Витрати на закупівлю електроенергії, млн. грн	0,05	5,86	6,46	7,12	7,85	8,66	9,55	10,52
Витрати на заробітну плату, млн. грн	0,10	10,71	12,96	15,68	18,97	22,96	27,78	33,61
Витрати на технічне обслуговування обладнання, млн. грн	0,10	18,91	22,89	27,69	33,51	40,54	49,06	59,36
Витрати на транспортування, млн. грн	0,03	1,22	1,29	1,37	1,46	1,55	1,64	1,74
Разом	**–**	**36,70**	**43,60**	**51,87**	**61,79**	**73,71**	**88,02**	**105,24**

Примітки: тариф на електроенергію ПРАТ «Закарпаттяобленерго» для 2 класу напруги станом на 31.07.2023 р. становить 1803,49 грн за 1 МВт·годину, без ПДВ; встановлена потужність комплексу прийнята 65 кВт/т; транспортування враховує додаткові перевезення, які пов'язані з роботою комплексу; фонд заробітної плати прийнято за середньою заробітною платою в Закарпатській області з врахуванням прийнятої штатної чисельності

Зведений кошторис на нове будівництво комплексу з оброблення ПВ (комплексу МБО за варіантом № 3) наведено в табл. 5.13. Підсумки Глав 1-10 та 12 зведеного кошторисного розрахунку наведено в табл. 5.11.

Таблиця 5.13 – Зведений кошторис на нове будівництво комплексу з оброблення ПВ (комплексу МБО за варіантом № 3)

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
1	Цех механізованого сортування побутових відходів	120,0×30,0×6,5	3600	Металеві колони, ферми (60 кг/м²), фундаменти	49640
2	Автоматизована сортувальна лінія	108,0×30	3240	Обладнання збірне на закладних кріпленнях	99693
3	Цех перероблення біовідходів	126×30×6,53	–	Металеві колони, ферми (60кг\м2), фундаменти	49940
4	Контрольно-пропускний пункт	8,0×4,0	32	Типова споруда з цегли (опалювальна)	303,42
5	Вагова	8,0×3,0	24	Типова споруда з цегли (неопалювальна)	250,49
6	Обладнання для вагової, автоматика	–	–	–	248,61
7	Приямок для дезінфекції та миття коліс	8,0×3,5×0,3	28	Основа з бетону, навіс – металеві конструкції, ворота	547,95

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
8	Майданчик для автотранспорту	100,0×50,0	5000	Асфальтобетон	720,16
9	Паркан, м	606	–	ЗБ панелі огорожі висотою 1,6 м	4368,37
10	Облаштування біокамер для стабілізації біовідходів, монтаж повітродувного та дренажного обладання, встановлення системи пиловидалення	126×30×6,53	3780	Вертикальне планування, бетонна підлога, біокамери з автоматичною подачею суміші, повітродувне обладнання, дренажна система, електрика, без опалення	94010
11	Модуль з перероблення деревинних відходів	10,0×2,5	25	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1250,3
12	Модуль з перероблення скляних відходів	5,0×2,0	10	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	925,45
13	Модуль з перероблення полімерних відходів	2,5×3,0	7,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1302,12
14	Модуль з перероблення резинових відходів	2,5×3,0	7,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	550,67
15	Модуль з перероблення текстильних відходів	2,0×1,5	3	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	450,8
16	Модуль з перероблення небезпечних відходів	1,0×1,5	1,5	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	650,78

№	Назва будівлі	Розмір (L×B×H), м	Площа, м²	Конструктивна схема	Кошторисна вартість, тис. грн.
17	Модуль з перероблення негабаритних відходів	10,0×12,0	120	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1200
19	Енергетичний модуль с розміщенням когенераційної установки	48,0×24,0	1152	Цегляна капітальна будівля	0
20	Модуль зворотнього водопостачання та локальних очисних споруд	10,0×30,0	300	Металеві конструкції (40 кг/м²), фундаменти	19100
21	Складські приміщення (для вторинної сировини)	50,0×30,0	1500	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1680,5
22	Ремонтно-технічний модуль	50,0×12,0	600	Вертикальне планування, бетонна підлога, легкі металеві конструкції стін (30 кг/м²), електрика, без опалення	1065,46
23	Модуль санітарного оброблення транспорту та контейнерів	36,0×12,0	432	Вертикальне планування, асфальтобетон	360,71
24	Адміністративно-побутовий модуль	35,0×6,0	210	Модульні збірні будинки	5761,29
25	Майданчик для відпочинку	6,0×6,0	36	Некапітальна споруда (без фундаменту)	106,55
26	Трансформаторна підстанція (зовнішнє живлення)	6,0×9,0	54	Типова будівля	1115,18
27	в т.ч. обладнання для ТП	–	–	Обладнання	3061,41
28	Зовнішні мережі водопроводу	–	–	–	2358,36
29	Зовнішні електричні мережі	–	–	–	1653,02
30	Дороги	–	–	Асфальтобетон	1322
31	Благоустрій, озеленення	–	–	–	943,13
32	Будівельно-монтажні роботи	–	–	–	148960
33	Проектування та авторський нагляд	–	–	–	24160
	Разом	–	–	–	**517339,02**

Створення центрального об'єкту оброблення ПВ в м. Ужгород виходить за рамки спроможності місцевого бюджету, тому можуть бути залучені кошти надавачів послуг або інвестиційні кошти (кредитні) від міжнародних фінансових установ. Інші витрати, пов'язані з придбанням обладнання машин та засобів для впровадження послуги поводження з ПВ в м. Ужгород, покладаються на місцевий бюджет або спеціальний фонд обласного бюджету.

В розрахунках для реалізації комплексу МБО в м. Ужгород прийнято умови надання кредиту, аналогічні як у кредитній угоді м. Хмельницький. Термін надання кредиту – 13 років. Відсоток – 5,75% річних, одноразова комісія – 1,2%. Індикативна оцінка витрат на погашення кредиту за роками для реалізації комплексу МБО в м. Ужгород наведена в табл. 5.14.

Таблиця 5.14 – Індикативна оцінка витрат на погашення кредиту за роками (реалізація комплексу МБО за варіантом № 3)

Період	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Відшкодування за кредитом, млн. грн	47,16	60,00	60,19	66,36	76,82	84,70

Примітки: розрахунок зроблений з урахуванням річної ставки по кредиту 5,75% та прогнозованим зростанням курсу євро на 5% щорічно

Різниця між рекомендованим та існуючим тарифом на поводження з відходами в м. Ужгород при реалізації комплексу МБО представимо як окремий показник «вклад в тариф». Проведемо ітераційну оцінку вкладу в збільшення в тариф на поводження з відходами на кінець першого року реалізації проєкту (табл. 5.15).

Таблиця 5.15 – Розрахунок впливу на тариф послуги поводженням з побутовими відходами (комплекс МБО за варіантом № 3)

Найменування показника	Період					
	Рік 1	Рік 3	Рік 6	Рік 8	Рік 11	Рік 13
Операційні витрати, млн. грн / рік	38,70	45,92	60,38	72,53	95,63	115,08
Реалізація вторинної сировини, млн. грн. рік	58,20	64,80	76,20	84,80	99,66	110,98
Зобов'язання по кредиту, млн. грн / рік	47,16	52,00	60,19	66,36	76,82	84,70
Вклад в тариф на послугу перероблення побутових відходів, млн. грн / рік	27,66	33,12	44,37	54,09	72,79	88,80
Тариф на послугу з переробки побутових відходів, грн/т	553,20	662,36	887,33	1081,90	1455,90	1775,96
Тариф на послугу поводження з побутовими відходами, грн/т	1511,41	1639,83	1894,42	2109,23	2514,36	2855,70

За результатами розрахунків можна побачити, що тариф на послугу з поводження з побутовими відходами на початок реалізації проекту (комплексу МБО за варіантом № 3) становить 1511,41 грн/т при економічно рекомендованому тарифі 2087 грн/т, що дорівнює внутрішній нормі прибутку (IRR) у 10% та терміну окупності 6-7 років. В перерахунку на діючу норму надання послуг тариф для населення складе 303,79 грн/м³ на рік.

РОЗДІЛ VI. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ РІЗНИХ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА (РОЗМІЩЕННЯ) ОБ'ЄКТУ ОБРОБЛЕННЯ (СОРТУВАННЯ) ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ М. УЖГОРОД

6.1 Опис планованої діяльності

Для розширення можливостей системи роздільного збирання вторинної сировини в м. Ужгород, виходячи з отриманих результатів досліджень та розрахунків, в тому числі, роботи «Аналіз діючої системи поводження з відходами» (далі – Аналіз)[31], оцінено об'єкт інфраструктури сфери поводження з побутовими відходами (ПВ) – центральний об'єкт оброблення ПВ – комплекс механіко-біологічного оброблення (МБО) відходів з анаеробною ферментацією (комплекс МБО), як такий, що містить більше джерел негативного впливу на довкілля.

6.1.1 Опис місця провадження планованої діяльності

Для реалізації проєкту будівництва (розміщення) в якості центрального об'єкту оброблення відходів комплексу МБО для умов м. Ужгород визначено, що орієнтовна площа його території має складати 2,0 га.

Рекомендоване місце розміщення об'єкту оброблення відходів наведено на рис. 6.1.

Ділянка для розміщення комплексу МБО знаходиться в санітарній зоні полігону ПВ м. Ужгород (у с. Барвінок) поруч із лісовими насадженнями філії «Ужгородське лісове господарство» ДП «Ліси України», на півночі розташований полігон ПВ, на сході – цвинтар, на заході та півдні – приватні земельні ділянки.

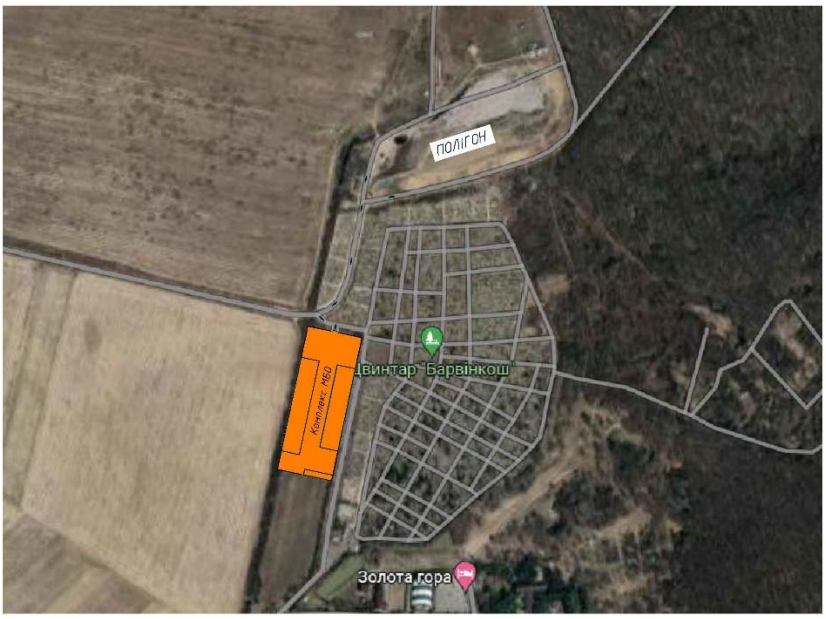


Рис. 6.1 – Рекомендоване місце розташування запланованого об'єкту оброблення відходів

6.1.2 Цілі планованої діяльності

У відповідності до «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року»[32] необхідно досягнути цільового показника 30% захоронення ПВ, тобто забезпечити зменшення обсягу захоронення за допомогою комплексу заходів із роздільного збирання ПВ з вилученням ресурсоцінних компонентів та подальшим їх спрямуванням на

[31] «Аналіз діючої системи поводження з відходами: п. 1.1 Аналіз діючої системи поводження з відходами в м. Ужгород та п. 2.1. Аналіз поводження з відходами, котрі підлягають біологічному розкладу, м. Ужгорода» в рамках реалізації проекту «Внесок у стале поводження з муніципальними відходами у м. Ужгород» (грантова угода NAKOPA E-UKR.1-20 від 14.11.2020 р.), 2022 р.

[32] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text

перероблення, компостування складової відходів, що біологічно розкладається, в приватних домогосподарствах та заходів з оброблення змішаних відходів. Досягнення такого показника можливо лише за умови будівництва центрального об'єкту оброблення побутових відходів.

Як правило, комплекси з механіко-біологічного оброблення будуються з оптимальною потужністю не менше 50 тис. т на рік. У м. Ужгород в зоні охоплення утворюється понад 50 тис. т на рік побутових відходів з прогнозним зростанням на 0,5% щороку.

Будівництво комплексу МБО дозволить збільшити обсяг вилучених ресурсоцінних компонентів та отримати вторинну сировину кращої якості. Ці фактори впливають на економічні показники функціонування цього об'єкту.

6.1.3 Опис характеристик діяльності протягом провадження планованої діяльності

Технологічний варіант комплексу МБО, що розглядається для умов м. Ужгорода, включає наступні блоки:

- блок механічного сортування та оброблення (сортування та подрібнення);
- блок біологічного оброблення: анаеробний розклад з отриманням біогазу та подальшою утилізацією біогазу в когенераційній установці.

Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО для м. Ужгород наведені у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахункові параметри матеріального балансу комплексу МБО

Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру
Загальна чисельність населення, що обслуговується	осіб	115 449
Кількість ВПО	осіб	28 000
Обсяг утворення відходів (без врахування ВПО)	т/рік	50 396
Проектна потужність комплексу МБО (1 зміна на добу)	т/рік	50 000
	%	100
Вилучення ресурсоцінних компонентів	т/рік	13 900
	%	≈28
Утворення біогазу	м^3/рік	1 260 000
Обсяг біовідходів для ферментації (вхід)	т/рік	18 000
	%	36
Залишок, що спрямовується на захоронення (без врахування залишків після ферментації)	т/рік	18 100
	%	36

Примітки: В розрахунках прийнято: споживання електроенергії 65 кВт·год. на проектну тонну ПВ; виробнича потужність – 25 т/год.; кількість робочих днів на рік – 250; зміна 8 годин (цеху сортування); щільність метану в стандартних умовах 0,67 кг/м³ (ДСТУ ISO 13443:2015 Природний газ. Стандартні умови)

Штатний розпис працівників комплексу МБО для прийнятої проектної потужності підприємства приймається відповідно до вимог ГБН В.2.2-35077234-001[33] (наведений у табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Орієнтовний штатний розпис працівників комплексу МБО

№	Професія і посада	Розрахункова кількість посад
1	Адміністративно-управлінські працівники	8
2	Приймальне відділення та сміттєсортування	35
3	Цех анаеробної ферментації біовідходів, які вилучено з ПВ	15
4	Когенераційна установка утилізації біогазу	13
	Разом	**71**

[33] ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування» // http://surl.li/cbyrg

6.2 Опис поточного стану довкілля (базовий сценарій) та опис його ймовірної зміни без провадження планованої діяльності в межах того, наскільки природні зміни від базового сценарію можуть бути оцінені на основі доступної екологічної інформації та наукових знань

6.2.1 Клімат і мікроклімат

Клімат району планованої діяльності помірно-континентальний зі спекотним літом та м'якою зимою, з середньорічною температурою повітря + 9,7°С. Найтеплішим місяцем року є липень (20,3°С), найхолоднішим – січень (мінус 0,2°С) (згідно даним ДСТУ-Н Б В.1.1-27[34]).

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через +8°С відбувається у весняний період у середньому 1/IV, восени 29/X. Середня тривалість вегетаційного періоду 230-240 днів. Середня тривалість безморозного періоду – 175 днів.

Переважний напрямок вітру: взимку – південно-східний; влітку – північно-західний, східний. В м. Ужгород сильні вітри (понад 15 м/с) частіше повторюються взимку і навесні, мають північно-східний напрям, зв'язані з вторгненням холодних повітряних мас через гори. Влітку сильні вітри зв'язані з короткочасними денними шквалами й супроводжуються зливами, грозами, градом[35].

Середньорічна відносна вологість повітря 72%. Зона зволоження II згідно ДБН В.2.4-2-2005[36]. Середньорічна кількість опадів – 745 мм/рік. Опади протягом року випадають нерівномірно, найбільша їх кількість випадає у червні, найменше – у березні.

Основні кліматичні характеристики району планованої діяльності наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Основні кліматичні характеристики [34, 37]

№	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	Температура повітря (АМСЦ Ужгород),°С	-2,8	-0,2	-4,7	10,7	15,6	18,5	19,9	19,4	15,5	10,3	4,6	-0,4	9,7
2	Опади, мм (АМСЦ Ужгород)	57	47	49	46	71	88	86	71	54	50	59	70	748
3	Відносна вологість повітря %	82	77	69	63	65	67	67	69	72	75	81	84	73
4	Середня швидкість вітру, м/с	2,2	2,5	2,9	3,1	2,7	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,2	–
5	Температурний максимум, °С [3]	13	17	27	32	33	37	39	40	34	31	29	17	40
6	Температурний мінімум, °С [3]	-29	-32	-24	-12	-2	3	6	4	-2	-18	-22	-25	-32

6.2.2 Геологічне середовище

У геоморфологічному відношенні м. Ужгород розташоване на межі переходу від вулканічного Вигорлат-Гутинського пасма до Закарпатської низовини, що чітко простежується в рельєфі. Старовинна частина міста лежить на пагорбах, а молодша – лівий берег р. Уж, де починається Закарпатська низовина, яка входить у Середньодунайську низовину.

Відроги Вигорлат-Гутинського пасма представлені невисокими підвищеннями на півночі і сході, а також окремими останцями (Замкова гора) у центральній частині міста. Низкогір'я характеризується порівняно малими кутами ухилу поверхні, в основному до 10-12 % і незначним розчленуванням території. Наявні балки мають глибину урізу до 50 м (балка

[34] ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Чинний від 2011-11-01. Вид. офіц. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 123 с.
[35] Регіональний інформаційний центр «Карпати» КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ОБЛАСТІ (частина 1). Регіональний інформаційний центр «Карпати». URL: http://carpaty.net/?p=31101I (дата звернення: 11.07.2023).
[36] https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v.2.4-2-2005_poligoni_tverdikh_pobutovikh_vidkhodiv_-_zi_.pdf
[37] Озимко Р. Р. Сильні та надзвичайні опади у Закарпатській області : дис. … д-ра філософії в галузі геології : 103. Одеса, 2020. 207 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/8781/1/Дисертація_Озимко%20P.P.pdf.

в районі коньячного заводу) і характеризується пологими схилами. Території схилів з ухилами поверхні 12 % мають в межах низькогір'я обмежене поширення і приурочені, як правило, до виходів на денну поверхню кристалічних порід.

Низинну частину міста займає Чоп-Мукачівська западина і долина р. Уж. Рельєф цієї території плаский з малими ухилами поверхні і наявністю замкнених понижень, в яких накопичуються талі й дощові води. У межах р. Уж виділяються періодично затоплювані в повінь заплава і І надзаплавна тераса. Заплава Ужа простежується в прирусловій частині і в межах Чоп-Мукачівської рівнини.

Абсолютні рівні алювіальної рівнини змінюються від 113 м у південно-західної межі міста до 125 м у північно-східній частині Чоп-Мукачівської рівнини. Загальний ухил поверхні має південно-західний напрямок[38].

Для м. Ужгород характерні важкі ґрунти з переважанням дернового типу. Найбільший вміст гумусу (3%) у ґрунтах південних околиць міста, найменший (0,52%) – в ґрунтах східної частини. У північній частині міста представлений дерново-буроземно-підзолистими неоглеєними і глеюватими незмитими і слабозмитими легкосуглинковими ґрунтами та їх відмінами. У південній частині переважають дернові глибокі неоглеєні і глеюваті легкосуглинкові ґрунти та їх відміни. Ґрунтовий покрив характеризується відносною різноманітністю, що обумовлене розмірами території міста та її геоморфологічними особливостями. Місто багате на поклади цегельно-черепичної сировини, вугілля, природного каменю.

Ділянка для будівництва (розміщення) об'єкту оброблення відходів в геоморфологічному відношенні розміщена на схилі. Абсолютні відмітки поверхні – 134,5 м (верх) та 124,5 м (низ (дно)). Потужність зони аерації – 2,0 м, склад і будова – природній суглинок. Глибина залягання підземних вод – 5,0 м, умовно захищені. Ґрунтові води стихійні сезонні, знаходяться на глибині – 4,0-5,0 м. Наявність фільтраційних явищ – стік у період атмосферних опадів.

Рельєф ділянки спокійний. За санітарною класифікацією об'єкт віднесений до ІІ класу споруд з розміром санітарно-захисної зони 500 м[39].

6.2.3 Атмосферне повітря

За даними «Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Закарпатській області у 2021 році» протягом 2020 року відбулося незначне зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. Обсяги забруднюючих речовин, які надійшли у повітряний басейн у 2020 році від стаціонарних джерел забруднення, за даними Головного управління статистики, зменшились в порівнянні з 2019 роком на 10,8% і складають 3,3 тис. тонн проти 3,7 тис. тонн у 2019 році. Із загальної кількості викидів забруднюючих речовин 28,9% складають речовини, що належать до парникових газів, зокрема, метан. Крім того, 0,2 млн. тонн становлять обсяги викидів діоксиду вуглецю.

Із загального обсягу викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на Ужгородський район припадає 45,1 % забруднень, на м. Ужгород – 2,61%.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення у 2020 році для м. Ужгород складали 86,4 тонн, що менше на 34,2 тонни, ніж у 2019 році; для Ужгородського району цей показник у 2020 р. складав 1 493,9 тонн, що на 8,8 тонн, менше, ніж у 2019 році.

Об'єми викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення на душу населення в порівнянні з 2019 роком зменшились (з 3,0 кг до 2,6 кг).

Головним забруднювачем атмосферного повітря в місті продовжує і надалі залишатися автотранспорт, за останні роки значно виросла кількість автомобільного транспорту, відмічається ріст автозаправних станцій, що є вагомим джерелом у забрудненні атмосферного повітря.

[38] м. Ужгород Закарпатської області. Внесення змін до генерального плану міста. Пояснювальна записка, Київ, 2015
[39] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text

Викиди найпоширеніших забруднюючих речовин стаціонарними джерелами в атмосферне повітря 2019 року порівняно з 2018 роком залишились майже без змін. Викиди твердих речовин пилу в порівнянні з попереднім роком зменшились із 0,34 до 0,30 тис. т. Викиди оксидів азоту в атмосферне повітря залишились майже без змін на рівні 0,02 тис. т. Викиди діоксиду сірки в атмосферне повітря збільшились із 0,17 до 0,2 тис. т. Збільшились викиди оксиду вуглецю із 0,94 до 1,3 тис. т.

У 2020 році викиди стаціонарними джерелами в атмосферне повітря, в тому числі по найпоширеніших речовинах(пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю) для м. Ужгород склали: пил – 0,005 тис. тонн, діоксид сірки – 0,005 тис. тонн, діоксид азоту 0,009 тис. тонн, оксид вуглецю – 0,063 тис. тонн; разом – 0,086 тис. тонн, що у підсумку менше, ніж у 2019 році. Для Ужгородського району у 2020 році сумарна кількість викидів стаціонарними джерелами в атмосферне повітря, в тому числі по найпоширеніших речовинах, склала 1,495 тис. тонн, що менше, ніж у 2019 р.

Пости спостереження за забрудненням (ПСЗ) атмосферного повітря в м. Ужгород розташовані: ПСЗ № 1 – в адміністративно-житловому районі міста, пр. Свободи, 2; ПСЗ № 2 – в промисловому районі, вул. Паризької Комуни, 2.

Аналіз матеріалів спостережень за вмістом забруднювальних речовин в атмосферному повітрі протягом року показує, що пріоритетними забруднювачами атмосферного повітря м. Ужгорода в 2021 році залишаються формальдегід, діоксид азоту, пил, оксид азоту (II) та оксид вуглецю (II). Індекс забруднення атмосферного повітря 5 пріоритетними забруднювальними речовинами склав 4,82 (в 2020 році – 5,20), в тому числі: індекс забруднення формальдегідом – 2,36, діоксидом азоту – 1,23, пилом – 0,47, оксидом азоту – 0,40 та оксидом вуглецю – 0,36.

Високих та екстремальне високих рівнів забруднення атмосферного повітря по м. Ужгород за 2021 рік не спостерігалось. Основним забруднювачем атмосферного повітря міста залишився формальдегід. Середньорічна концентрація формальдегіду в повітрі склала 2,0 ГДКс.д. В січні, травні, листопаді – грудні концентрація формальдегіду знаходилась на рівні 2 ГДКс.д., в лютому, червні, липні, вересні – 2,17…2,67 ГДКс.д., в березні – квітні, серпні і жовтні – 1,33…1,67 ГДКс.д. Середньомісячний рівень забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту був вищим ГДКс.д в січні, березні, травні, липні-серпні та жовтні; в вересні, листопаді-грудні середня концентрація дорівнювала середньодобовій ГДК, в інші місяці року була нижчою ГДКс.д. Середня річна концентрація склала 1,23 ГДКс.д. Забруднення атмосферного повітря оксидом азоту протягом 2021 року було нижчим ГДКс.д. Середньорічна концентрація склала 0,40 ГДКс.д. Середньорічна концентрація пилу склала 0,47 ГДКс.д. Середньорічна концентрація оксиду вуглецю склала 0,32 ГДКс.д. Найвища середньомісячна концентрація оксиду вуглецю спостерігалась в лютому і листопаді (0,4 ГДКс.д.), найнижча – в червні-липні (0,27 ГДКс.д.). Середньорічна концентрація діоксиду сірки в атмосферному повітрі міста в 2021 році склала 0,26 ГДКс.д. Забруднення атмосферного повітря розчинними сульфатами протягом року залишалось нижчим значення ГДКс.д. Середній рівень забруднення склав 0,04 ГДКс.д. Забруднення атмосферного повітря важкими металами, за результатами спостережень 2021 року, залишалось нижчим ГДКс.д. Вмісту кадмію в атмосферному повітрі міста не виявлено, за винятком січня, коли середня концентрація склала 0,01 мкг/м^3. Середній рівень забруднення залізом – 0,69 мкг/м^3. Максимальний рівень забруднення атмосферного повітря залізом спостерігався в лютому (0,96 мкг/м^3), мінімальним забруднення було в січні (0,48 мкг/м^3). Середній рівень забруднення марганцем склав 0,02 мкг/м^3. Максимальне забруднення спостерігалось в листопаді (0,04 мкг/м^3), мінімальне забруднення величиною 0,01 мкг/м^3 спостерігалось в серпні-жовтні. Середній рівень забруднення міддю – 0,01 мкг/м^3. Максимальний рівень забруднення спостерігався в травні, листопаді-грудні (0,02 мкг/м^3), мінімальний – в березні (0,00 мкг/м^3). Середній рівень забруднення нікелем дорівнює 0,01 мкг/м^3. Максимальне забруднення спостерігалось в серпні, листопаді - грудні (0,02 мкг/м^3); протягом інших місяців року забруднення залишалось на рівні 0,01 мкг/м^3. Середній рівень забруднення свинцем склав 0,04 мкг/м^3. Максимальне

забруднення спостерігалось в січні і травні (0,05 мкг/м^3), мінімальний рівень забруднення спостерігався в червні (0,02 мкг/м^3). Середній рівень забруднення цинком – 0,05 мкг/м^3. Максимальне забруднення спостерігалось в жовтні (0,13 мкг/м^3), мінімальне – в січні, червні-липні та вересні (0,03 мкг/м^3). Середній рівень забруднення хромом – 0,01 мкг/м^3. Максимальне забруднення спостерігалось в жовтні (0,03 мкг/м^3), мінімальне – в січні (0,0 мкг/м^3).

Дослідження атмосферного повітря на визначення стану його забруднення в 2021 році виконували структурні підрозділи ДУ «Закарпатський ОЦКПХ МОЗ»[40]. Відбір проб при цьому відбувався на маршрутних постах спостереження, а результати лабораторних досліджень визначалися по 7 інгредієнтах та оцінювалися як максимально разові концентрації. Оцінку можливого негативного впливу атмосферного повітря на стан здоров'я населення навіть окремих регіонів області за даними зазначених лабораторій зробити неможливо, що пов'язане з незначною кількістю для змістовного аналізу даних лабораторних досліджень атмосферного повітря.

Восени 2022 року, у рамках виконання Аналізу, було виконано аналіз впливу полігону ПВ у с. Барвінок на якість атмосферного повітря. Відбір та дослідження проб повітря виконано Комплексною лабораторією спостережень за забрудненням природного середовища Закарпатського обласного центру з гідрометеорології.

За результатами аналізів, на момент проведення досліджень проб атмосферного повітря на вміст діоксиду сірки, діоксиду азоту, формальдегіду та оксиду вуглецю концентрація досліджуваних речовин відповідала вимогам гігієнічних нормативів допустимого вмісту в ньому хімічних речовин. Проте на момент проведення досліджень практично був відсутній вітер. Для більш глибокого аналізу впливу комплексу МБО на стан атмосферного повітря, необхідно провести додаткові дослідження якості атмосферного повітря у вітряну погоду та за інших гідрометеорологічних умов під час розроблення оцінки впливу на довкілля планованої діяльності зазначеного об'єкту.

6.2.4 Водні ресурси

Поверхневі води

З урахуванням гідрографічного та водогосподарського районування територія м. Ужгород відноситься до басейну річки р. Тиса, який повністю розташований в межах однієї області – Закарпатської[41]. Річка Уж протікає через місто зі сходу на захід, є притокою р. Тиса.

Ґрунтоутворюючими породами басейну р. Тиса є четвертинні відкладення і продукти вивітрювання третинних і вулканічних порід. В межах Ужгородського району швидкість течії р. Уж невисока, внаслідок чого частина наносів осідає, тому річка тече у власних відкладах.

Територія м. Ужгород розташована в межах Закарпатського артезіанського басейну, де підземні води мають переважно пластовий характер і залягають у неогенових і антропогенових відкладах.

Основним джерелом водопостачання у Закарпатській області є вода з поверхневих джерел – річок Уж, Свалявка, Ждимер, Боржава, Вича, Тиса, Шопурка, та артезіанських свердловин.

За даними «Регіональної доповіді про стан навколишнього середовища у Закарпатській області у 2021 р.» із загальної кількості водопроводів, на яких ДУ «Закарпатський ОЦКПХ МОЗ» та його відокремлені структурні підрозділи проводили дослідження питної води, у 2021 році не відповідало нормам за санітарно-хімічними показниками 5,5 % проб з розподілом на відповідні водопроводи: комунальні – 4,6%; відомчі – 14,4%; сільські – 4,6%; локальні – 0. Із загальної кількості джерел нецентралізованого водопостачання, на яких проводилися

[40] Державна установа «Закарпатський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України»

[41] https://buvrtysa.gov.ua/newsite/?page_id=18150

лабораторні дослідження питної води, за санітарно-хімічними показниками не відповідало нормам 14,4% проб з розподілом за видами джерел: шахтні колодязі – 12%; каптажі – 7,9%; артезіанські свердловини – 11,2%. Випадки неінфекційних захворювань, пов'язаних з хімічним забрудненням питної води як централізованого, так і нецентралізованого водопостачання в області не реєструвалися. Вміст нітратів у підземних водах у 2021 році відповідав вимогам ДСанПіН, випадки водонітратної метгемоглобінемії серед дітей не реєструвалися.

З метою вивчення можливого негативного впливу скиду стічних та поверхневих вод на якість води поверхневих водойм відокремлені структурні підрозділи ДУ «Закарпатський ОЦКПХ МОЗ» у 2021 році проводили систематичні спостереження за станом води у 8 постійних створах водоймищ I категорії та у 38 постійних створах водоймищ II категорії з відбором проб води на лабораторні дослідження. За підсумками звітів у 2021 році з відібраних проб води на визначення санітарно-хімічних показників (водойми I та II категорії) не відповідали нормам 4,2%. Хімічні речовини, вміст яких перевищував гранично допустиму концентрацію, представлені пестицидами, фенолом, синтетичними поверхнево активними речовинами.

Мікробіологічна оцінка якості вод з огляду на епідемічну ситуацію

Від загальної кількості досліджених ДУ «Закарпатський ОЦКПХ МОЗ» та його відокремленими структурними підрозділами проб водопровідної води за мікробіологічними показниками 8% не відповідало нормам з розподілом за видами водопроводів: комунальні – 5,8%; відомчі – 15,1%; сільські – 19,8%; локальні – 0. Вода джерел нецентралізованого водопостачання за мікробіологічними показниками не відповідала нормам у 25,3% випадків, у тому числі: шахтні колодязі – 27,4%; каптажі – 1,8%; артезіанські свердловини – 24,1%. За підсумками звітів у 2021 році було відібрано 231 пробу на визначення мікробіологічних показників з водойм II категорії, з яких 34 не відповідало нормам (14,7%).

Радіаційний стан поверхневих вод

На визначення радіологічних показників ДУ «Закарпатський ОЦКПХ МОЗ» та його відокремленими структурними підрозділами було досліджено 5 проб з водоймищ I категорії, відхилень не виявлено.

Підземні води

Всі розвідані або діючі водозабори підземних вод в області є інфільтраційними, тому якість добутої в них підземної води повністю залежить від характеристик поверхневого стоку і потребує особливого захисту[42].

В межах території розвинуті водоносні горизонти у відкладах ільницької, гутинської, чопської світ та водоносний горизонт четвертинних алювіальних відкладів. Останній має практичне значення для організації централізованого водопостачання.

На території м. Ужгород існує понад 20 водопроявів мінеральних вод штучних (свердловин) та природних (джерел), цінних в лікувальному відношенні. Так, в парку ім. Горького є мінеральна вода типу «Єсентукі 17», в Боздоському парку – типу «Нарзан», але використання яких характеризується, як обмежене та нераціональне[43].

На даний час із 20 родовищ термальних вод на території м. Ужгород практично використовується Ужгородське родовище (св.5-Т, міський бювет)

Восени 2022 року, у рамках виконання Аналізу, було виконано аналіз впливу полігону ПВ у с. Барвінок на якість водних об'єктів. У зв'язку з відсутністю води у спостережних свердловинах, для оцінки стану забруднення водних ресурсів було прийнято рішення відібрати воду з найближчого до полігону ПВ у с. Барвінок відкритого джерела,

[42] https://buvrtysa.gov.ua/newsite/?page_id=17003

[43] м. Ужгород Закарпатської області. Внесення змін до генерального плану міста. Пояснювальна записка, Київ, 2015

розташованого у бік м. Ужгород – заплавного озера Нілачка. Відбір проб та проведення аналізів виконано Комплексною лабораторією спостережень за забрудненням природного середовища Закарпатського обласного центру з гідрометеорології.

В межах нормативних значень (згідно з наказом МОЗ від 02.05.2022 №721) знаходились наступні показники: азот амонійний – 0,7 мг/дм³ (ГДК 2,0 мг/дм³), нітрат-іони – 0,58 мг/дм³ (ГДК 45,0 мг/дм³), нітрит-іони – 0,008 мг/дм³ (ГДК 3,3 мг/дм³), фосфат-іони – 0,28 мг/дм³ (ГДК 3,5 мг/дм³), хлорид-іони – 30,13 мг/дм³ (ГДК 350,0 мг/дм³), сульфат-іони – 32,06 мг/дм³ (ГДК 500,0 мг/дм³).

Показники органічного забруднення перевищували вміст нормативно-допустимих, зокрема ХСК перевищено майже у 2 рази від нормативного значення. Перевищення вмісту органічних сполук свідчить про забруднення водойми органічними сполуками внаслідок можливого забруднення її побутовими, промисловими та сільськогосподарськими стоками. Забруднення о. Нілачка не викликано впливом полігону ПВ у с. Барвінок.

Для більш детальної оцінки впливу планованої діяльності нового об'єкту оброблення ПВ на забруднення водних ресурсів необхідно провести дослідження підземних вод на ділянці ведення планованої діяльності.

6.2.5 Стан ґрунтів та деградація земель

За результатами агрохімічного обстеження 202,42 тис. га сільськогосподарських угідь в Закарпатській області (2016-2020 рр.) нараховується 133,48 тис. га (65,9%) кислих ґрунтів від загальної обстеженої площі. Значну частину площ (49,47 тис. га або 24,4%) займають землі з дуже сильно- та сильнокислою реакцією ґрунтового розчину. Решта площ мають середньокислу (43,33 тис. га або 21,4%) та слабокислу (40,68 тис. га або 20,1%) реакцію ґрунтового розчину. При цьому категорія земель з близькою до нейтральної і нейтральною реакцією ґрунтового розчину становить 62,84 тис. га або 31% сільськогосподарських угідь. Середньозважений показник pHKCl становить 5,24, що відповідає слабокислій реакції ґрунтового розчину. Таким чином, у Закарпатській області більша половина обстежуваних площ сільськогосподарських угідь має підвищену кислотність, що є однією із основних причин їх низької родючості.

Проблема гумусу для ґрунтів Закарпаття надзвичайно важлива, так як велика кількість опадів (більше 1000 мм на рік) сприяє його вимиванню, особливо на схилових землях.

Згідно розподілу обстежених ґрунтів Закарпатської області за класами бонітету на ґрунти високої якості припадає тільки 13,35 тис. га або 6,6 %, з яких до III класу (71-80 балів) відноситься лише 0,68 тис. га (0,3 %) і до IV класу (61-70 балів) – 12,67 тис. га (6,3 %). Ґрунти середньої якості займають 109,18 тис. га або 54 %, з яких до V класу (51-60 балів) зараховано 46,63 тис. га (23 %) та до VI класу (41-50 балів) – 62,55 тис. га (31 %). Однак, більшу частину площ займають ґрунти низької якості – 83,47 тис. га або 41,2 %, з них до VII класу бонітету (31-40 балів) зараховано 63,6 тис. га (31,4 %) та до VIII класу (21-30 балів) – 19,87 тис. га (9,8 %). Ґрунти дуже низької якості займають 0,24 тис. га (0,1 %) і відносяться до IX класу бонітету (11-20 балів).

У Закарпатській області обліковано 39,6 тис. га еродованих земель. З кожного гектара щорічно зноситься 34,8 тонни родючого ґрунту.

Виведення із сільськогосподарських угідь еродованих земель – це найбільш екологічно обґрунтований та економічно доцільний спосіб їх використання. Загалом по всіх ґрунтово-кліматичних зонах області з інтенсивного обробітку слід вивести близько 37,3 тис. га ріллі, з яких 23,0 тис. га слід залужити і перевести в сіножаті та пасовища, а 14,3 тис. га потрібно було би залісити.

Восени 2022 року, у рамках виконання Аналізу, було виконано аналіз впливу полігону ПВ у с. Барвінок на стан ґрунту. Забір проб ґрунту у трьох точках: з тіла полігону ПВ, на відстані 50 м від тіла полігону ПВ та на відстані 100 м від полігону ПВ.

За результатами аналізів, у всіх відібраних пробах ґрунту виявлено дуже високий вміст

загального азоту, перевищено вміст нітратів. Підвищений вміст сполук азоту пов'язаний із сільськогосподарською діяльністю, що не вказує на прямий вплив полігону ПВ у с. Барвінок на ґрунт.

Важких металів, а саме цинку, нікелю, кобальту, кадмію та міді не виявлено в усіх пробах. Таким чином, діяльність полігону ПВ у с. Барвінок не порушує нормативний стан ґрунтів.

Для більш детальної оцінки впливу планованої діяльності нового об'єкту оброблення ПВ на забруднення ґрунтів необхідно провести відбір проб на ділянці ведення планованої діяльності.

6.2.6 Утворення та поводження з відходами

За даними Головного управління статистики у Закарпатській області протягом 2020 року утворилось 145,0 тис. тонн відходів I-IV класів небезпеки, в тому числі I-III класів небезпеки – 1,3 тис. тонн.

Із загальної кількості утворених відходів спалено – 3,2 тис. тонн, утилізовано – 0,26 тис. тонн та видалено у спеціально відведені місця – 161,0 тис. тонн. За основними групами відходів у 2020 році найбільш питому вагу, із загального обсягу утворених відходів, становили побутові та подібні відходи – 133,8 тис. т або 92,3 %; деревні відходи – 5,6 тис. т або 3,8 %; скляні відходи – 0,1 тис. т або 0,007 %; паперові та картонні відходи – 2,0 тис. т або 1,4 %; пластикові відходи – 0,9 тис. т або 0,6 %; текстильні відходи – 0,6 тис. т або 0,4 %.

Утворення відходів усіх класів небезпеки у розрахунку на 1 особу склало 0,01 тонну, а на 1 км² – 1,1 тонни. Серед підприємств, найбільша кількість відходів у 2020 році утворилась в процесі діяльності заводів із виробництва електричних приборів «Флекстронікс ТзОВ» (1752,2 тонн I-IV класів небезпеки, з яких: 1226 тонн макулатури та пластмасових відходів пакувальних) та ТОВ «Джейбіл Сьоркіт Юкрейн Лімітед» (1341,8 тонн I-IV класів небезпеки, з яких: 1050 тонн макулатури та відходів пластмасових), ТОВ «ЕВК», що займається лісопильним та стругальним виробництвом (843 тонни відходів II, IV класів небезпеки, з яких 838 тонн припадає на утворення деревинних відходів), ТОВ «Перспектива», що займається виробництвом шпона, фанери, плит і панелей (770 тонн відходів IV класу небезпеки, з яких 745 тонн – тирса деревинна).

В рамках реалізації проекту Європейського Союзу «Управління відходами – ЄПДП Східний регіон» у 2010 році розроблена та затверджена рішенням одинадцятої сесії VI скликання Закарпатської обласної ради від 16.11.2012 р. №537 «Стратегія поводження з відходами в Закарпатській області на 15 річний період». Згідно затвердженої Стратегії вирішення проблеми поводження з відходами вбачається в організації централізованого збирання сміття в усіх населених пунктах області, поступове зменшення кількості сміттєзвалищ та їх модернізація. Централізований збір та видалення ПВ на території міста здійснюється спеціалізованими підприємствами. Збирання побутових відходів від населення та суб'єктів господарської діяльності здійснюється також самостійно підприємствами та організаціями, окремими приватними структурами і спеціалізованими комунальними службами при органах місцевого самоврядування. Потужності з утилізації побутових відходів відсутні.

У м. Ужгород роздільний збір ПВ (скла, пластику, макулатури та металобрухту) впроваджено. Ресурсоцінні складові ПВ передаються спеціалізованим підприємствам (всього 51 суб'єкт господарювання в області). Зібрані відходи переважно передаються на утилізацію за межі області. Виробничі потужності з переробки ПЕТ-тари та інших полімерних відходів (установки, преси, дробарки) функціонують на підприємствах: КП «Води Хустщини», ПП «Бреннер» (м. Хуст), КП «Вторма», ТОВ «Карпати ЛТД» (м. Мукачево, ПП «Пластор» (с. Свобода Берегівського району), ТДВ «Виноградівський завод пластмасових сантехнічних виробів» (м. Виноградів), станція заготівлі вторсировини «Проектна, 3» (м. Ужгород). Утилізація зношених шин здійснюється ФОП Бреза О. О. (Ужгородський район). Технологічне обладнання для утилізації небезпечних відходів наявне у ТОВ «Нью Екосвіт» (м. Ужгород, місцезнаходження: Ужгородський район, с. Кінчеш, мікрорайон «Бази»).

Однією з проблем побудови нових полігонів для збирання ПВ і об'єктів перероблення ПВ на Закарпатті є малоземелля. В гірських районах практично неможливо знайти такі земельні ділянки, які б відповідали будівельним і санітарним нормам для такого будівництва.

Згідно з даними Головного управління статистики, в області функціонує 1 установка для утилізації відходів, 24 установки для спалювання відходів з метою отримання енергії, 5 установок для спалювання відходів з метою теплового перероблення, 35 інших установок для видалення (крім спалювання) відходів. Суб'єктами господарювання, що здійснюють діяльність по деревообробці та лісопиленню, у 2020 році утворено 5,6 тис. тонн деревних відходів, з яких спалено 3,2 тис. тонн: 2,2 тис. тонн – з метою отримання енергії, 1,0 тис. тонн з метою теплового перероблення.

Згідно із даними реєстру місць видалення відходів (МВВ), станом на 01.01.2022 року на території Закарпатської області обліковано 62 паспортизованих МВВ, з яких 59 місць видалення ПВ, 2 – відходів деревини (тирси деревинної) та 1 – відходи штучного хутра. Більшість діючих МВВ вичерпали свої потужності, заповнені на 80-85%, а термін експлуатації багатьох сміттєзвалищ закінчився. Через гірський характер, високу щільність населення, сусідство з 4 країнами Євросоюзу, єдиний водний басейн р. Тиса, заповідність території, ряд населених пунктів (м. Рахів, м. Тячів, м. Виноградів, м. Берегово, м. Перечин та смт Великий Березний.) позбавлені можливості вибору земельних ділянок та оформлення дозвільних документів під МВВ.

На території Закарпатської області зберігання непридатних та заборонених до використання пестицидів та отрутохімікатів відсутнє.

Станом на 2023 р. побутові відходи, що утворилися на території м. Ужгород, вивозяться для захоронення на МВВ – полігон ПВ м. Ужгород (у с. Барвінок) (паспорт МВВ від 19.02.2008 р., реєстраційний номер №5-а). Категорія екологічної безпеки МВВ – «А» (малонебезпечні). Встановлена санітарно-захисна зона МВВ – 500 м витримується. Власник МВВ – КП «КАТП-072801» (м. Ужгород, вул. Погорєлова, 3).

Місце знаходження полігону ПВ м. Ужгород (у с. Барвінок) – Закарпатська область, Ужгородський район, с. Барвінок, віддаленість від населеного пункту – 3,2 км від м. Ужгород, віддаленість від водотоків і водойм – 2,0 км, від водозабірних споруд – 2,3 км. Проектна площа полігону ПВ складає 9,0 га (3 га з яких зайняті МВВ). Крім основної споруди – ділянки складування ПВ – елементами полігону ПВ є під'їзні шляхи з твердим покриттям, господарська зона, основні споруди та мережі полігону ПВ.

Полігон ПВ м. Ужгород (у с. Барвінок) діючий, функціонує з листопада 1998 р. за проектом ЗФДПРІ «Укркомундорпроект» (м. Ужгород). Розрахунковий термін його експлуатації – 25 років. На МВВ наявне ведення документації щодо обліку надходження та видалення відходів згідно угод та обліку рейсів транспорту. Станом на 01.01.2023 р. загальні обсяги видалених відходів становили 6,057 млн. м³.

6.2.7 Опис стану рослинного покриву та тваринного світу

Флора Закарпаття, яка займає 2% території України, налічує близько 1900 видів вищих спорових і насіннєвих рослин, що становить половину видового флористичного різноманіття України. В області разом з інтродукованими видами росте понад 2600 видів. За загальними ботаніко-географічними рисами рослинного покриву територія області належить до Карпатської підпровінції Середньоєвропейської провінції Європейської широколистяної області. Закарпатська низовина відноситься до Центральноєвропейської флористичної провінції.

Лісовий фонд державних лісогосподарських підприємств області представлений найпродуктивнішими у Карпатському регіоні деревостанами. Середній запас на 1 гектарі 350 м³, середньорічний періодичний приріст по запасу 5 м³. Лісові масиви Закарпатської області за лісистістю та запасами деревини займають перше місце по Україні, а за площею лісового фонду входять до першої п'ятірки серед областей. Лісові масиви на території області розташовані в основному в гірській частині, на яку припадає 80%території. Лісистість області

становить 52 % (у 1946 році цей показник складав 42 %). Згідно реєстру природо-заповідний фонд Закарпатської області становить понад 202,5 тис. га, або15,5% території області, а в Україні загалом – 4%. Найбільшими територіями ПЗФ загальнодержавного значення є Карпатський біосферний заповідник, Національний природний парк «Синевир», Ужанський національний природний парк та «Зачарований край».

У сучасній флорі області налічують понад 2 тисячі видів, що відповідає 50% до загальної чисельності видів України. З них 237 видів флори занесені до додатків Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі, 22 види флори занесені до додатків Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES). Усього видів рослин занесених до Червоної книги України – 263 екз., у т.ч. 214 видів судинних рослин, 19 видів грибів, 7 видів водоростей, 23 види лишайників, а рослинних угруповань занесених до Зеленої книги України – 27. Найбільше різноманіття «червонокнижних» видів рослин зосереджено у басейні р. Тиса, де за даними наукових досліджень на облік взято 145 видів судинних рослин.

У сучасній фауні області налічують понад 30 тис. видів. На території області поширені як безхребетні, так і хребетні тварини. Серед безхребетних є представники понад 20 типів організмів, з яких більшість – найпростіші. Близько 400 видів хребетних тварин, ссавців – 80 видів, птахів – 287 видів, з яких 197 гніздуючих, 10 видів плазунів, 16 земноводних, 60 риб, 100 молюсків.

У мисливських господарствах Закарпаття мешкають тварини, які занесені до Червоної книги України: борсуки, видри, лісові коти, глухарі, кількість яких останніми роками поступово збільшується.

Загальна кількість видів фауни області становить – 30428 од., що становить 68% від загальної чисельності видів України, з них 127 занесені до Червоної книги України, 12 видів занесених до додатків Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення, 237 видів занесених до додатків Конвенції про охорону дикої флори і фауни і природних середовищ існування в Європі (Бернської конвенції), 21 вид занесений до додатків Конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин (Боннської конвенції, CMS) і 21 вид охороняється відповідно до угоди про збереження кажанів в Європі (EUROBATS).

За інформацією[44] складовими елементами екомережі м. Ужгород є водно-болотні угіддя площею 0,1 тис. га, ліси та інші лісовкриті площі – 0,3 тис. га, об’єкти природно-заповідного фонду відсутні. На території м. Ужгород, а також на території планованої діяльності, відсутні водно-болотні угіддя міжнародного значення, які охороняються Рамсарською конвенцією[45], об’єкти Смарагдової мережі[46].

Матеріальних об’єктів, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину, на території ділянки планованої діяльності немає.

На території планованої діяльності пам’ятки архітектури, історії і культури (як об’єкти забудови), зони рекреації, культурного ландшафту в зоні впливу об’єкту відсутні.

Без здійснення планової діяльності показники якості довкілля, скоріш за все, залишаться на теперішньому (базовому) рівні, а реалізація планованої діяльності вирішить одну з екологічний проблем області – зменшення навантаження на полігон ПВ м. Ужгород, за рахунок вилучення ресурсоцінних компонентів із обсягу побутових відходів.

6.3 Опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності

Планова діяльність – експлуатація комплексу МБО в м. Ужгород.

Рекомендоване місце розміщення комплексу МБО наведено на рис. 6.1.

[44] https://ecozakarpat.gov.ua/wp-content/nd/Zakarp_reh_dop_2021.pdf
[45] https://www.ramsar.org/country-profile/ukraine
[46] https://emerald.eea.europa.eu/

6.3.1 Опис стану здоров'я населення

За даними Головного управління статистики у Закарпатській області станом на 1 січня 2022 року чисельність постійного населення м. Ужгород складала 115 449 осіб[47].

За даними «Щорічної доповіді про стан здоров'я населення, санітарно-епідеміологічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2017 р.»[48] у Закарпатській області протягом 2013-2017 років зростали показники поширеності хвороб серед дорослого населення.

Вплив на здоров'я населення від провадження планованої діяльності не передбачається з огляду на запропоноване місце для розташування комплексу МБО – біля діючого полігону ПВ, а також на дотримання технології механіко-біологічного оброблення, виконання будівельних і технологічних вимог проекту та нормативних рекомендацій.

6.3.2 Опис стану фауни, флори, біорізноманіття

Ділянка вільна від забудови, знаходиться в санітарній зоні полігону ПВ м. Ужгород (у с. Барвінок) поруч із лісовими насадженнями філії «Ужгородське лісове господарство» ДП «Ліси України», на півночі розташований полігон ПВ, на сході – цвинтар, на заході та півдні – приватні земельні ділянки.

Планована діяльність не несе суттєвих змін в рослинний і тваринний світ.

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на рослинний, тваринний вплив – частково впливає.

6.3.3 Опис стану земель (у тому числі вилучення земельних ділянок), стану ґрунтів та геологічного середовища

Запропонована ділянка вільна від забудови, присутні зелені насадження.

При будівництві комплексу МБО та його експлуатації буде незначний вплив на геологічне середовище, яке виражатиметься у відчужені земель для розміщення об'єкту, зміні рельєфу, збільшенні навантаження на ґрунт внаслідок ваги споруд та автомобілів.

У процесі механіко-біологічного оброблення відходів на виході отримується матеріал, який треба розміщувати у навколишньому середовищі. Такий матеріал практично не містить органічної складової, і може вважатись умовно інертним. Тому вплив на земельні ресурси знижено порівняно із простим захороненням ПВ на полігоні.

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на ґрунт – впливає.

6.3.4 Опис стану геологічного середовища

Для характеристики ділянки планованої діяльності також враховані характеристики місця розташування полігону ПВ.

Полігон ПВ в геоморфологічному відношенні розміщений на схилі, на виділених землях збудовано три заглиблені площадки для складування ПВ (котловани). Абсолютні відмітки поверхні – 134,5 м (верх) та 124,5 м (низ (дно)). Потужність зони аерації – 2,0 м, склад і будова – природній суглинок. Глибина залягання підземних вод – 5,0 м, умовно захищені. Ґрунтові води стихійні сезонні, знаходяться на глибині – 4,0-5,0 м. Наявність фільтраційних явищ – стік у період атмосферних опадів.

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на ґрунт – впливає.

---

[47] http://www.uz.ukrstat.gov.ua/

[48] Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2017 рік / МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ України». – Київ : МВЦ «Медінформ», 2018. – 458 с.

6.3.5 Опис стану водного середовища

Ділянка для розміщення комплексу МБО віддалена від поверхневих водних об'єктів, а також не знаходиться у санітарно-захисних зонах джерел водопостачання.

Тобто, впливу на поверхневі водні об'єкти під час будівництва та експлуатації не передбачається. Крім того, такий вплив буде мінімізовано шляхом виконання наступних заходів: проведення працівникам інструктажу з охорони навколишнього середовища до початку будівництва; дотримання чистоти на будівельному майданчику; організація вивезення відходів; дотримання технології виконання робіт та подальшої експлуатації об'єкту; облік питної та технічної води; улаштування належної системи водовідведення.

Оцінку впливу на підземні води доцільно провести під час розроблення проектної документації.

Більшість комплексів МБО мають замкнуті цикли водопостачання всередині підприємства, що передбачає використання стічних вод однієї стадії для інших процесів, повернення води на початок процесу та ін.

Стадія механічного оброблення відходів є джерелом стічних вод від процесів миття та збирання приміщень, а також віджимних вод від ділянок зберігання відходів.

Такі стічні води забруднені зваженими частинками відходів і пилу, розчиненими органічними сполуками, нафтопродуктами та оліями (протікання від використовуваних механізмів), мають високу мінералізацію та високий рівень біологічного забруднення.

Зазвичай, стічні води збираються з використанням системи зливової каналізації, частково очищаються від зважених частинок та великого сміття та спрямовуються на біологічну стадію процесу МБО.

Процеси аеробного перероблення відходів потребують постійного надходження води для забезпечення вологості відходів на рівні 40-60 %. При недосконалості системи розподілу води можливе утворення фільтрату, що містить значну кількість легко розкладних органіки, гумінових кислот, нітратів та завислих речовин.

Даний фільтрат після часткового очищення від зважених частинок направляють назад у систему зрошення відходів, які компостуються.

Тобто, негативний вплив стічних вод, які будуть утворюватися у процесі експлуатації комплексу МБО, буде мінімізовано шляхом дотримання технологічного процесу, а також улаштування належної системи водовідведення.

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на водне середовище – впливає.

6.3.6 Опис стану повітря

При анаеробному процесі забруднюючі домішки входять до складу біогазу і надходять в атмосферу при спалюванні. До подібних домішок слід віднести: монооксид вуглецю, оксиди азоту, оксиди сірки, сірководень. При аварійних ситуаціях і при скиданні через запобіжні клапани можливе надходження метану та інших летких органічних сполук.

На стадії механічного перероблення в атмосферне повітря надходять пил, біоаерозоль та одоранти.

Аварійних ситуацій і шкідливих викидів в повітря не передбачається.

При недотриманні технології компостування у атмосферне повітря можуть виділятись аміак, оксид вуглецю. Передбачається мінімізація такого впливу за рахунок дотримання технології оброблення ПВ.

Основним джерелом забруднення атмосфери від процесів отримання біогазу є його спалювання. Склад газових викидів при цьому схожий на викиди від будь-якого термічного процесу. Відмінність полягає у практично повній відсутності важких металів та хлорорганічних сполук.

Для мінімізації негативного впливу на атмосферне повітря необхідно улаштувати систему біофільтрів.

Для більш детальної оцінки впливу на атмосферне повітря під час проведення процедури оцінки впливу на довкілля необхідно зробити замір якості повітря поблизу ділянки планованої діяльності.

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на повітряне середовище – впливає.

6.3.7 Опис кліматичних факторів (у тому числі зміна клімату та викиди парникових газів)

Механіко-біологічне оброблення відходів знижує кількість відходів, що підлягають захороненню на полігонах ПВ, що безпосередньо перешкоджає викидам метану, які могли б статися у разі захоронення на звалищах та полігонах ПВ. Крім того, спалювання біогазу для виробництва енергії генерує менше викидів CO_2, ніж звичайне спалювання викопного палива.

Покращення якості повітря та безпеки (зменшення викидів SOx, NOx та пилу) за рахунок спалювання менше викопних видів палива для виробництва електроенергії та зменшення викидів біогазу знижує ризик небезпечної концентрації метану на полігонах ПВ і зменшує вплив запаху в житлових приміщеннях[49]

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на клімат та мікроклімат – не впливає.

6.3.8 Опис матеріальних об'єктів, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину, ландшафт

За інформацією[50], складовими елементами екомережі м. Ужгород є водно-болотні угіддя площею 0,1 тис га, ліси та інші лісовкриті площі – 0,3 тис га, об'єкти природно-заповідного фонду відсутні.

На території м. Ужгород, а також на території планованої діяльності, відсутні водно-болотні угіддя міжнародного значення, які охороняються Рамсарською конвенцією[51], об'єкти Смарагдової мережі[52].

Матеріальних об'єктів, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину на території ділянок планованої діяльності немає.

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на заповідні об'єкти – не впливає.

6.3.9 Опис соціально-економічних умов

З огляду на розташування комплексу МБО, переважний напрямок вітру, дотримання технології компостування, виконання будівельних і технологічних вимог проекту та нормативних рекомендацій, негативного впливу планованої діяльності на соціальне та техногенне середовище не очікується.

Натомість, очікується позитивний вплив за рахунок мінімізації забруднення навколишнього середовища за рахунок зменшення кількості ПВ, які накопичуються на полігонах ПВ, зменшення техногенного навантаження на полігон ПВ, забезпечення благоустрою охоплених населених пунктів, розвиток місцевої інфраструктури управління відходами, зменшення соціальної напруженості через обмеженість земельних ділянок для створення нових полігонів ПВ на Закарпатті. Планована діяльність сприятиме поліпшенню загальної соціально-економічної ситуації за рахунок сплати податків у місцеві бюджети, створення нових робочих місць.

[49] https://saf.org.ua/wp-content/uploads/2019/08/tna-ukraine-tfs-06w.pdf
[50] https://ecozakarpat.gov.ua/wp-content/nd/Zakarp_reh_dop_2021.pdf
[51] https://www.ramsar.org/country-profile/ukraine
[52] https://emerald.eea.europa.eu/

6.4 Опис і оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу, характеру, інтенсивності і складності, ймовірності, очікуваного початку, тривалості, частоти і невідворотності впливу

6.4.1 Виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності

На стадії будівництва:

- на атмосферне повітря – під час роботи двигунів будівельних механізмів та транспорту, при пересипанні ґрунту очікуються викиди забруднюючих речовин, які не перевищують значень гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів.

- вплив на водне середовище – не очікується.

- вплив на рослинний та тваринний світ, заповідні об'єкти – не очікується, на рослинний світ – потрібно провести більш детальну оцінку щодо наявності лісових насаджень на території майданчика для планованої діяльності.

- зміни на клімат і мікроклімат – не очікується.

- шум та вібрація при роботі будівельної техніки.

Техногенне середовище – не спричиняє порушення навколишнього техногенного середовища за умов комплексного дотримання правил експлуатації будівель, споруд та технологічного устаткування.

Пам'ятки архітектури, історії і культури (як об'єкти забудови), зони рекреації, культурного ландшафту в зоні впливу об'єкту відсутні.

Ґрунт та земельні ресурси – під час проектування об'єкту буде передбачено розроблення ґрунту відповідно до вимог чинного законодавства та благоустрій території після закінчення будівельних робіт.

На стадії експлуатації:

- на атмосферне повітря – очікуються викиди забруднюючих речовин від двигунів транспорту та спецтехніки;

- на водне середовище – очікується утворення стічних вод; забір води з поверхневих та підземних водних джерел і скидання стічних вод у поверхневі водні об'єкти не передбачається;

- очікується утворення виробничих та побутових відходів;

- шум і вібрація при роботі технологічного устаткування, транспорту;

- рослинний та тваринний світ, заповідні об'єкти – не очікується;

- клімат і мікроклімат – не очікується;

- техногенне середовище – не спричиняє порушення навколишнього техногенного середовища за умов комплексного дотримання правил експлуатації будівель, споруд та технологічного устаткування.

Пам'ятки архітектури, історії і культури (як об'єкти забудови), зони рекреації, культурного ландшафту в зоні впливу об'єкту відсутні.

- ґрунт та земельні ресурси – не спричиняє негативного впливу за умов комплексного дотримання правил експлуатації об'єкту.

6.4.2 Викиди та скиди забруднюючих речовин, шумове, вібраційне, світлове, теплове та радіаційне забруднення, випромінення та інші фактори впливу, а також здійсненням операцій у сфері поводження з відходами

На стадії будівництва:

Вплив на атмосферне повітря – під час роботи двигунів будівельних механізмів та транспорту, при пересипанні ґрунту очікуються викиди забруднюючих речовин, які не перевищують значень гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пункті.

Вплив на водне середовище – не очікується.

Вплив на рослинний та тваринний світ, заповідні об’єкти – не очікується.

Зміни на клімат і мікроклімат – не очікується.

Техногенне середовище – не спричиняє порушення навколишнього техногенного середовища за умов комплексного дотримання правил експлуатації будівель, споруд та технологічного устаткування.

Пам’ятки архітектури, історії і культури (як об’єкти забудови), зони рекреації, культурного ландшафту в зоні впливу об’єкту відсутні.

Ґрунт та земельні ресурси – проектною документацією буде передбачено розроблення ґрунту відповідно до вимог чинного законодавства та благоустрій території після закінчення будівельних робіт.

Шум та вібрація при роботі будівельної техніки.

На стадії експлуатації:

- на атмосферне повітря – очікуються викиди забруднюючих речовин від двигунів транспорту та спецтехніки;
- на водне середовище – очікується утворення стічних вод, забір води з поверхневих та підземних водних джерел і скидання стічних вод у поверхневі водні об’єкти не передбачається;
- очікується утворення виробничих та побутових відходів;
- шум і вібрація при роботі технологічного устаткування, транспорту;
- рослинний та тваринний світ, заповідні об’єкти – не очікується;
- клімат і мікроклімат – не очікується;
- техногенне середовище – не спричиняє порушення навколишнього техногенного середовища за умов комплексного дотримання правил експлуатації будівель, споруд та технологічного устаткування.

6.4.3 Ризики для здоров’я людей, об’єктів культурної спадщини та довкілля, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій

З огляду на розташування комплексу МБО, переважний напрямок вітру, дотримання технології компостування, виконання будівельних і технологічних вимог проекту та нормативних рекомендацій, негативного впливу планованої діяльності на соціальне та техногенне середовище не очікується.

Натомість, очікується позитивний вплив за рахунок мінімізації забруднення навколишнього середовища за рахунок зменшення кількості ПВ, які накопичуються на полігоні ПВ, зменшення техногенного навантаження на полігон ПВ, забезпечення благоустрою населених пунктів, розвиток місцевої інфраструктури управління відходами, зменшення соціальної напруженості через обмеженість земельних ділянок для створення нових полігонів ПВ на Закарпатті. Планована діяльність сприятиме поліпшенню загальної соціально-економічної ситуації за рахунок сплати податків у місцеві бюджети, створення нових робочих місць.

6.4.4 Кумулятивний вплив інших наявних об’єктів, планованої діяльності та об’єктів, щодо яких отримано рішення про провадження планованої діяльності, з урахуванням усіх існуючих екологічних проблем, пов’язаних з територіями, які мають особливе природоохоронне значення, на які може поширитися вплив або на яких може здійснюватися використання природних ресурсів

Ймовірність того, що реалізація проекту призведе до таких можливих впливів на довкілля або здоров’я людей, які самі по собі будуть незначними, але у сукупності матимуть значний сумарний (кумулятивний) влив на довкілля, є незначною.

6.4.5 Вплив планованої діяльності на клімат, у тому числі характер і масштаби викидів парникових газів, та чутливістю діяльності до зміни клімату

Вплив планованої діяльності (при будівництві та експлуатації) на клімат та мікроклімат – не впливає.

6.5 Узагальнюючі опис та оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності комплексу МБО

У процесі експлуатації комплексу МБО можливі різні ризики впливу на навколишнє природне середовище. Узагальнююча оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, в результаті виконання планованої діяльності, розроблена на основі «Методики розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами»[53] (затверджена наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.2006 р. №8) та наведена у табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Оцінка за видами та кількістю ризиків впливу (відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення в результаті провадження діяльності)

Напрямок впливу	Характеристика впливу
Відходи	До комплексу МБО (всі технологічні варіанти) мають надходити тільки побутові відходи. Потрапляння небезпечних, медичних та промислових відходів може вплинути на якість товарного продукту, на ефективність технологічного циклу комплексу та становити небезпеку для персоналу. За даними морфологічного складу ПВ міста можливе потрапляння не більше 2% за масою небезпечних, медичних або промислових відходів до комплексу МБО. У разі виявлення та ідентифікації під час проведення робіт небезпечних відходів – необхідно вживати заходів для їх видалення та утилізації відповідно до вимог чинного законодавства України
Поверхневі та підземні води	Експлуатація комплексу МБО може містити неконтрольовані витоки забруднювачів під час технологічних операцій. Фільтрат, який утворюється від «нових» побутових відходів характеризується високим показником ХПК – більше ніж 10 000 мгO_2/л та високою концентрацією важких металів. Засоленість «молодого» фільтрату сягає 5-15 г/л. Фільтрати являють серйозну загрозу для поверхневих і підземних водних ресурсів, у багатьох випадках з невидимим довгостроковим ефектом. Хоча обсяги фільтратів, в порівнянні з муніципальними стічними водами, значно менші, їх токсичність і концентрація становить серйозну загрозу для здоров'я людини та навколишнього середовища в результаті потенційного забруднення джерел питної води. Конструктивна та технологічна схема комплексу мінімізує ці ризики. Прийняті технічні рішення щодо збору витоків фільтрату на направлення їх до локальних очисних споруд.

[53] https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0008667-06#Text

Напрямок впливу	Характеристика впливу
	Контроль над витоками можливо здійснити шляхом дотримання технологічних вимог
Ґрунт та надра	Експлуатація комплексу МБО, виконаного за вимогами чинних ДБН, не становить загрози для ґрунтів на надр
Атмосферне повітря	Під час проведення робіт, пересування техніки, можуть утворюватися такі забруднюючі речовини: оксид діазоту, вуглецю оксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна), метан, вуглецю діоксид, азоту діоксид. Дані речовини наразі зараз за результатами лабораторно-інструментальних досліджень утворюються в незначних кількостях без перевищень норм ГДК. Впливати на рівень забруднювачів можна шляхом дотримання технологічного регламенту
Акустичний вплив	Під час проведення робіт стаціонарне та технологічне обладнання, машини та механізми є джерелами акустичного забруднення. З метою мінімізації впливу акустичного забруднення на працівників комплексу необхідно дотримуватись заходів охорони праці та техніки безпеки при роботі на підприємстві з акустичним забрудненням. Під час експлуатації комплексу МБО рівень технологічного шуму на межі санітарно-захисної зони не перевищуватиме 75 ДБ
Світлове, теплове та радіаційне забруднення	Можливі поодинокі випадки потрапляння на комплекс МБО радіоактивно забруднених побутових речей. Це можуть бути побутові речі з лікарень, в яких використовується опромінення з лікувальною метою. Для унеможливлення таких випадків слід облаштовувати на контрольно-пропускній ділянці полігону ПВ відповідно до вимог ДБН В.2.4-2-2005 обладнання для радіаційного контролю сміттєвозів. Сміттєвоз, який не відповідає нормам радіаційного контролю, вилучається на окрему ділянку та вивантажується. Ведеться пошук забруднених відходів, які вилучаються для дезактивації спеціальними службами (ДСНС)
Флора та фауна	Впливу на місцеву фауну та флору не очікується
Технологічні ризики / аварії, що можуть вплинути на здоров'я населення	Оскільки оброблення змішаних побутових відходів супроводжується утворенням біогазу, то є висока ймовірність самозаймання відходів після 3 діб експозиції. Тому слід враховувати потенційну можливість виникнення спонтанних пожеж в теплу пору року. Для керування даним впливом необхідно забезпечити наявність достатньої кількості ємностей з водою та обладнання для пожежогасіння на території комплексу МБО, забезпечити детальне навчання робітників з протипожежної безпеки, обмежити доступ у зону робіт, забезпечення робітників належним захисним обладнанням (зокрема детекторами концентрації метану тощо). Працівники комплексу мають неухильно дотримуватись правил експлуатації об'єктів сортування та перероблення побутових відходів та технологічних регламентів підприємства
Епідеміологічний вплив на населення	Комплекс МБО становить опосередковану загрозу епідеміологічній ситуації. Так, побутові відходи можуть становити загрозу безпосередньо робітникам підприємства та

Напрямок впливу	Характеристика впливу
	бути джерелом небезпечних інфекцій через місцевих тварин, таких як собаки, гризуни, птахи тощо. Для керування цим впливом необхідно ретельно дотримуватись технологічного регламенту підприємства. Спеціалізований автотранспорт при виїзді має проходити пункт для миття коліс та кузова. Для відлякування птахів встановлюється спеціальне звукове та біоакустичне обладнання. Працівники комплексу мають бути спорядженими засобами індивідуального захисту та проінструктовані на предмет правил безпеки при роботі з побутовими відходами

ВИСНОВКИ ДО ЧАСТИНИ І

За результатами проведення робіт за Етапом І дослідження «Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини», частина І «Розробка техніко-економічного обґрунтування для роздільного збору вторинної сировини у м. Ужгород» отримано наступне:

1) Проведений **аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду в поводженні з побутовими відходами та аналіз існуючих практик роздільного збирання відходів і способів їх оброблення в Україні** виявив наявні переваги та недоліки в даному питанні та дозволив встановити, що найбільшого поширення в Україні отримали технології складування побутових відходів на полігонах або звалищах (найменш ефективний спосіб поводження з відходами) та спалювання відходів (мало розповсюджений спосіб). Найбільш поширеними ж методами в країнах ЄС є компостування, механіко-біологічне оброблення та спалювання відходів.

Крім того, у європейській системі управління відходами різні технологічні можливості і процеси оброблення оптимально доповнюють один одного, що в результаті призводить до ефективного управління відходами. Тому досвід ЄС щодо відмови від захоронення побутових відходів на полігонах побутових відходів та використання нових методів та практик поводження з відходами є досить актуальний для України. Доцільним є на початкових стадіях розвитку системи поводження з відходами та ефективної її роботи перейняти досвід з роздільного збирання та сортування відходів, поступово підлаштовуючи та удосконалюючи методи й практики та розвиваючи власну систему поводження з відходами під наявні особливості території України.

Одним з найголовніших процесів у пропонованій концепції поводження з ПВ в роботі є процес їх сортування шляхом запровадження на всій території міста системи роздільного збирання побутових відходів, в т.ч. цінних перероблюваних компонентів (папір, картон, скло, полімерні матеріали, метали). Організація роздільного збирання ПВ є одним з найбільш перспективних шляхів вирішення проблеми побутових відходів. Виходячи з наявних вихідних даних та місцевих умов в м. Ужгород заплановано створення та розвиток основних об'єктів інфраструктури системи збирання побутових відходів, яка включає спеціалізовані комунальні пункти збирання ПВ; контейнерну систему для роздільного збирання побутових відходів (ресурсоцінних компонентів) та контейнерну систему для збирання змішаних побутових відходів (в тому числі, підземні контейнери). Крім того, у відповідності до Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року передбачено створення мережі пунктів збирання для повторного використання меблів, побутової техніки, одягу та інших товарів, які були у вжитку, та центрів зі збирання відходів для їх ремонту з метою повторного використання (насамперед ВЕЕО). Проаналізовано **можливості/варіанти встановлення контейнерних майданчиків закритого типу та з підземними контейнерами з врахуванням розташування підземних мереж в м. Ужгород з визначенням орієнтовної їх завантаженості**.

2) На сьогодні в Україні та окремо взятих регіонах реалізація проектів за різними варіантами оброблення побутових відходів, включаючи механіко-біологічне оброблення, може стикатись з рядом ризиків, які призведуть до затримки реалізації проекту або до повної його зупинки. Тому було розглянуто проблематику в контексті формування безпекового підґрунтя для реалізації проектів поводження з відходами на державному, економічному, соціальному та технологічному рівнях в рамках проведення факторного PEST-аналізу, за результатами якого визначені основні **ризики впровадження проектів будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини**, які можуть виникнути під час реалізації проекту (включаючи різні технологічні варіанти). Для налагодження ефективного управління підприємством рекомендується впровадження ISO 31000 «Система управління ризиками підприємства».

3) При **вивчені можливості (прийнятності) реалізації проекту будівництва об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини для м. Ужгород** шляхом проведення мультифакторного аналізу різних технологічних варіантів оброблення відходів, оцінки різних

технологій оброблення відходів і усередненого морфологічного складу побутових відходів для м. Ужгорода встановлено, що найбільш прийнятним технологічним варіантом за встановленими критеріями в умовах міста є впровадження механіко-біологічного оброблення відходів. Реалізація будівництва комплексу МБО дозволить збільшити обсяг вилучених ресурсоцінних компонентів побутових відходів та отримати вторинну сировину кращої якості.

4) В якості основних **технологічних схем різних варіантів експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини для м. Ужгород** розглянуті наступні 3 варіанти:

- А) сортування побутових відходів з вилученням вторинної сировини; отримання альтернативного палива RDF/SRF (до 30% від загальної маси відходів), компостування біовідходів (до 40% від загальної маси) та захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (варіант №1);
- Б) сортування побутових відходів із вилученням вторинної сировини; анаеробна ферментації біовідходів з отриманням біогазу (до 40% від загальної маси); захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (варіант №2);
- В) сортування побутових відходів із вилученням вторинної сировини; стабілізація біовідходів (до 40% від загальної маси) та захоронення на полігоні несортованого залишку та інертних відходів (варіант №3).

5) Надано **схему розташування планованих об'єктів і споруд об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини (комплекс МБО) для м. Ужгород** на обраній ділянці. Доцільно передбачити виділення черг будівництва. Перша черга – будівництво цеху сортування ПВ, друга черга – цеху компостування біовідходів.

6) Для 3 основних технологічних схем різних варіантів експлуатації об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини для м. Ужгород отримані **зведені кошторисні розрахунки вартості їх впровадження – будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини** (за варіантами комплектації комплексу МБО):

- А) компостування біовідходів (отримання компосту) (варіант №1).
- Б) анаеробна ферментація біовідходів (отримання біогазу та його утилізація в когенераційній установці) (варіант №2).
- В) стабілізація біовідходів (отримання інертних відходів) (варіант №3).

7) За результатами **оцінювання впливу на навколишнє середовище різних проектів будівництва (розміщення) об'єкту оброблення (сортування) вторинної сировини в м. Ужгород**, встановлено, що в процесі експлуатації комплексу МБО можливі різні ризики впливу на довкілля, та надана узагальнююча оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, в результаті виконання планованої діяльності.

ЧАСТИНА ІІ
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАЙБІЛЬШ ПІДХОДЯЩОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ ПОВОДЖЕННЯ З ОРГАНІЧНИМИ ВІДХОДАМИ, ВІДСОРТОВАНИМИ МІСЬКИМИ ТА КОМЕРЦІЙНИМИ ЗЕЛЕНИМИ ВІДХОДАМИ В М. УЖГОРОД

РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ

1.1 Впровадження системи поводження з біовідходами (міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та іншими відходами, що біологічно розкладаються)

Система поводження з міськими та комерційними біовідходами, в тому числі, відходами від зелених насаджень та іншими відходами, що біологічно розкладаються, включає комплекс заходів із їх збирання, перевезення та оброблення (відновлення та видалення) відповідно на створених об'єктах оброблення відходів.

Вибір технічних рішень поводження (збирання, перевезення та оброблення) з біовідходами залежить від багатьох факторів та має здійснюватися за декількома критеріями в залежності від місцевих умов (з урахуванням природно-кліматичних умов, санітарного стану та кількісно-якісних параметрів компонентів біовідходів, санітарно-гігієнічних вимог, вимог до використання готового продукту, технічних можливостей об'єктів оброблення відходів тощо), крім того, технології повинні мати позитивний досвід реалізації, що забезпечить ефективне та економічно доцільне поводження з біовідходами.

Для якісної підготовки до оброблення біовідходи не повинні змішуватися з іншими видами відходів або матеріалів, що мають різні властивості, тобто збиратися окремо. Роздільне збирання біовідходів (міських та комерційних відходів від зелених насаджень та інших відходів, що біологічно розкладаються) має передувати етапу їх оброблення, що надалі сприятиме забезпеченню ефективності всього подальшого процесу оброблення.

Моделі роздільного збирання побутових відходів (ПВ), в тому числі, і біовідходів, формуються в залежності від прийнятої моделі поводження з відходами, визначеної регіональним планом управління відходами в області. При роздільному збиранні ПВ та його впровадженні використовуються положення «Методики роздільного збирання побутових відходів»[54].

Створення умов для роздільного збирання біовідходів та його впровадження проводиться за такими етапами:

- визначення обсягів надання послуг з поводження біовідходами;
- проведення розрахунків середньодобового та середньорічного утворення біовідходів у складі ПВ для визначення перспективних обсягів отримання сировини після їх оброблення;
- визначення споживачів сировини, отриманої з біовідходів, та/або обґрунтування необхідності будівництва спеціальних установок з оброблення біовідходів з метою отримання сировини;
- визначення вимог споживачів сировини до якості біовідходів та вартості їх приймання на оброблення;
- вибір технологічної схеми роздільного збирання біовідходів;
- вибір типів і розрахунок кількості контейнерів для збирання біовідходів, придбання контейнерів;
- вибір раціональної схеми розташування контейнерів та будівництво у разі необхідності контейнерних майданчиків;
- визначення системи та режиму перевезення біовідходів;
- вибір типів і кількості спеціально обладнаних транспортних засобів для перевезення біовідходів.

Роздільне збирання впроваджується поетапно, зокрема на першому етапі – шляхом проведення експериментів з роздільного збирання біовідходів в окремих районах населеного пункту з використанням різних технологічних схем з метою визначення найбільш ефективної та

[54] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text

прийнятної для даного населеного пункту. Важливо приділяти постійну увагу збереженню належного зовнішнього вигляду та підтримувати належний санітарно-технічний стан контейнерних майданчиків та розміщених на них контейнерів.

Враховуючи важливість відокремлення біовідходів від загального обсягу ПВ для подальшого їх оброблення, перевезення біовідходів до об'єкту оброблення має відбуватися за допомогою спеціально обладнаних транспортних засобів для перевезення біовідходів, для чого необхідне впровадження системи організованого роздільного вивезення біовідходів.

Оброблення біовідходів полягає у їх відновленні та/або видаленні (включаючи підготовку) та залежить від прийнятої технологічної схеми збирання біовідходів. Відновлення/видалення біовідходів відбувається на об'єктах оброблення відходів відповідно до прийнятої технології оброблення (переліки операцій з відновлення/видалення ПВ наведено в Законі України «Про управління відходами»). Відновлення/видалення наявних обсягів біовідходів, що утворюються у населеному пункті, можливе лише за умови наявності виробничих потужностей їх оброблення.

Наразі найпоширенішою в Україні операцією з видалення міських та комерційних біовідходів, в тому числі, відходів від зелених насаджень та інших відходів, що біологічно розкладаються, є захоронення на сміттєзвалищах та полігонах ПВ, яка не передбачає їх оброблення. Через те, що біовідходи формуються і збираються безпосередньо на місцях утворення регулярно з ранньої весни до пізньої осені та є однією із основних фракцій ПВ і становлять значну частину від загальної кількості утворених ПВ, правильне поводження з ними створить великі можливості для їх повторного використання, а також значно знизить їх масу на місцях видалення відходів. Впровадження системи управління біовідходами з використанням найкращих технологій та відповідно найбільш підходящих технічних рішень дуже важливе з точки зору екології, економіки та досягнення відповідних рівнів обмеження їх зберігання та накопичення, що дозволить частково вирішити наявні проблеми та загрози, пов'язані з побутовими відходами.

1.2 Вибір методу оброблення біовідходів

Для оброблення біовідходів на даний час застосовують біологічні, термічні, хімічні, механічні та змішані методи. З огляду на необхідність забезпечення екологічної та енергетичної безпеки особливо актуальним є застосування біологічного перероблення біовідходів із отриманням корисних продуктів (компосту та біогазу).

Враховуючи наявність великої частки біовідходів у складі ПВ одним із пріоритетних напрямків у розвитку сфери поводження з біовідходами, в тому числі, окремо зібраних міських та комерційних відходів від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ, в м. Ужгород є використання методів біологічного оброблення (аеробного компостування та анаеробної ферментації), які дозволяють зменшити обсяг відходів з отриманням цільових продуктів (в т.ч., повернення частини органічних матеріалів у повторне використання) і значно знизити кількість відходів, які підлягають захороненню на сміттєзвалищах та полігонах ПВ.

Станом на 2023 рік для умов м. Ужгород, виходячи з аналізу характеристик найпоширеніших методів оброблення біовідходів, наявного обсягу утворення та складу компонентів біовідходів в м. Ужгород, використання технології анаеробної ферментації біовідходів є недоцільним через наявність особливих вимог до експлуатації установок та високі витрати на впровадження та подальшу експлуатацію. Установки для анаеробної ферментації біовідходів слід споруджувати у місцях з наявністю інженерних комунікацій, що мають доступ до мережі електропостачання, а також по можливості поблизу районів накопичення відповідних відходів. Обмежень щодо кліматичних умов немає, проте в холодних кліматичних умовах ферментаційні реактори необхідно оснащувати теплоізоляцією та обігрівати (особливо при термофільних процесах). Ця технологія малопридатна для регіонів із високим дефіцитом води. В довгостроковій перспективі при встановленні економічної

доцільності можливе впровадження методу анаеробного зброджування біовідходів, які є відновлюваним джерелом енергії.

Таким чином оптимальним методом поводження з роздільно зібраними біовідходами (міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та відходами, що біологічно розкладаються), які мають властивість піддаватися анаеробному або аеробному розкладу, для втілення в м. Ужгород, є більш простий, проте з більшою відповідністю вимогам екологічної безпеки та з найнижчим рівнем капіталовкладень і операційних витрат у порівнянні із альтернативними способами оброблення відходів (спалювання відходів, анаеробна ферментація, захоронення на полігонах ПВ) – метод компостування. Якщо на полігонах ПВ знешкодження триває протягом 50-100 років, то при компостуванні цей процес відбувається за 6-18 місяців залежно від кліматичних умов. Основна відмінність цього методу від біостабілізації змішаних побутових відходів полягає в тому, що для виробництва компосту високої якості, який можна використати в різних цілях (і вилучити з полігона ПВ), метод потребує окремо зібраного матеріалу для уникнення забруднення кінцевого продукту. Найпростішим варіантом компостування є використання індивідуальних компостерів на присадибних ділянках індивідуальної забудови міста (будинках приватного сектору).

На початковому етапі впровадження системи поводження з біовідходами у м. Ужгород їх оброблення можна почати з порівняно простого технічного рішення, наприклад, з централізованого компостування міських та комерційних роздільно зібраних зелених відходів (відходи озеленення, садів тощо) та подібних відходів, які потребують мінімального попереднього оброблення і дадуть компост високої якості, що можна використати як поліпшувач ґрунту, придатний для використання в сільському господарстві й для інших цілей. Крім того, деякі мешканці індивідуальної забудови м. Ужгород (будинки приватного сектору) з присадибною ділянкою мають змогу організувати складування (компостування) відходів від зелених насаджень (опалого листя, скошеної трави та гілок після обрізання дерев в осінній та весняний період) на власних подвір’ях. Тому для мешканців індивідуальної забудови пропонується запровадити роздільне збирання біовідходів, яке повинно включати стимулювання та заохочення органами місцевого самоврядування мешканців до роздільного збирання та компостування біовідходів у приватних домогосподарствах шляхом встановлення на подвір’ях домогосподарств індивідуальних компостерів і паралельним проведенням потужної інформаційної роботи з населенням.

1.3 Основи процесу компостування біовідходів

1.3.1 Підготовка біовідходів до компостування

Біовідходи, які постачаються на станцію компостування, як правило, у стані, який не підходить для прямого компостування. Зрізані гілки та чагарники, деревини, живці, обрізки дерев’яних пнів та стовбурів, а також трава, сіно та листя повинні бути подрібнені перед закладкою в компостні бурти, щоб забезпечити оптимальне розкладання.

Для таких робіт використовуються чимало пристроїв, основні два типи: швидкісні машини – шредери або дробарки (молоткова дробарка, молотковий млин, ріжучі млини тощо), та повільні машини (одно- або двохвальцеві дробарки, шнекові млини тощо).

Зазвичай біовідходи перед компостуванням при розвантаженні пропускають через інтегроване сито, тому продукт на виході містить певний розмір частинок в діапазоні 150-500 мм. Як правило, такий матеріал дуже волокнистий і має свіжозламані поверхні, до яких можуть легко пристосуватися мікроорганізми.

1.3.2 Управління процесом розкладання біовідходів

Аерація компостних буртів киснем

Компостні бурти, які не насичені діоксидом вуглецю, мають бути забезпечені доступом свіжого повітря, яке має розсіюватися всередині бурта між операціями перевертання. У буртах, які не насичені вуглекислим газом, що є дуже важливим, необхідно звернути увагу на правильне співвідношення поперечного перерізу та суміші матеріалів (особливо на об'єм повітряних порожнин, температуру та контрольовану аерацію киснем), що гарантує активність аеробного процесу у бурті.

Достатнє надходження кисню може бути оптимізовано за допомогою додаткової системи аерації на додаток до регулярних переворотів бурта.

Штучна вентиляція компостних буртів дозволяє створювати їх більших розмірів, як наслідок, територія використовується економно. Для гарантованого активного аеробного процесу у буртах використовують різні методи аерації (позитивний чи негативний аераційний тиск, аерація контрольована температурою чи киснем тощо).

Рівень вологості компостних буртів

Полив буртів гарантує підтримання оптимального рівня вологи та посилення процесу розкладання біовідходів. Полив може здійснюватися вручну або автоматично безпосередньо при перевертанні бурта, що є більш ефективним методом, оскільки волога поширюється на весь матеріал в бурті. Полив стаціонарних трикутних буртів має бути обмежений, тому що вода проникає лише до певної глибини бурта.

Перевертання/ворошіння компостних буртів

Протягом процесу розкладання співвідношення повітря-вода-земля в компостних купах змінюється через мікробне розкладання та природний ряд причин. З'являються локальні зміни у структурі та розподілі вологи у компостному бурті. Через велику вагу матеріалу над ним, нижній шар бурта ущільнений, на дні бурта накопичується надлишок вологи. Для забезпечення постійних і однорідних умов розкладання всього бурта, необхідно і важливо його регулярно повертати. Приклад використання машини для перевертання буртів наведений на рис. 1.1.

Рисунок 1.1 – Робота машини для перевертання компостних буртів
(джерело: https://tehnix.hr/en/)

В результаті перевертання ущільнення матеріалу слабшає, що дозволяє кисню проникати в бурт. При цьому стимулюється активність мікроорганізмів, в результаті чого підвищується температура. Проникнення нової дози кисню в бурт запобігає появі анаеробної зони та запаху. Під час перевертання сухі та вологі зони змішуються і рівень вологості вирівнюється.

Регулярне перевертання у фазі інтенсивного розкладання гарантує, що при перемішуванні внутрішніх та зовнішніх зон бурта, всі частинки знаходяться в центрі купи протягом досить тривалого періоду, і потрапляють під вплив високих температур, що забезпечує дезінфекцію та знищення насіння рослин.

Перевертання також забезпечує більш високий рівень однорідності та якості компосту. Завдяки однорідності матеріалу кількість відсіву зменшується, а кількість компосту збільшується.

Перевертання компостних буртів регулюється процесом розкладання та ступенем ущільнення бурта. Під час розкладання біовідходи мінералізуються, їх обсяг і маса змінюється. Практично у бурті зменшується розмір та обсяг пір, знижуючи при цьому насичення киснем, що негативно впливає на життєве оточення аеробних мікроорганізмів і пригнічує їх активність. При застою температура у бурті падає.

Бурт повинен перевертатися не пізніше ніж температура впаде до 5°С протягом доби.

Число перевертань бурта залежить від типу використовуваного матеріалу, його структурної стабільності, обраного розміру бурта, осадження бурта та стану розкладання біовідходів. Тому для визначення необхідності перевертання керуються наступним:

- стадія інтенсивного розкладання – бурт перевертається 2-3 рази на тиждень;
- стадія дозрівання компосту – бурт перевертається 1-2 рази на тиждень

Для підтримки постійного рівня вологості в компостному бурті, доцільно накривати бурти, щоб уникнути впливу дощу, вітру, сонця і тепла. Для цього використовуються спеціальні мембрани для компостування чи напівпрозора плівка.

Покриття бурта може бути вигідно для підтримки високого рівня пари та випуску органолептичних газів, кількість яких після перевертання з часом збільшується.

1.3.3 Рафінування готового компосту

Просіювання та відбір необхідні для рафінування готового компосту або ґрунту та субстратів, виготовлених з компосту.

Просіювання

В основному отриманий компост не готовий для продажу негайно після розкладання, його необхідно просіяти для отримання необхідного розміру частинок партії або відповідно до запиту покупця. Для цього існують різні пристрої для просіювання (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Перелік пристроїв, які використовуються для просіювання компосту, та їх застосування

Тип пристрою	Застосування
Вібросито	Сухий компост, каміння та ґрунт, гравій, пісок
Барабанне сито	Компост нормальної вологості, ґрунт, пісок, гравій, різні відходи
«Зірка» сито	Нормально вологий та недозволожений компост, кора, торф, ґрунт
Диск «барабан»	Вологий компост, ґрунт, різні відходи
Поворотно-проточне сито	Вологий та мокрий компост, вологі відходи

Виділення забруднень

Виділення повітря

Виділення повітря, так зване повітряно-проточне виділення, це механічний процес сортування з потоком повітря. Сортувальний матеріал поділяється на дві або більше фракцій залежно від форми та розміру окремих частинок.

Повітряні сепаратори класифікуються залежно від напрямку потоку повітря на три групи – поперечно-проточні сепаратори (повітря проходить над потоком матеріалів), протипотокові сепаратори (потік повітря проходить протилежно потоку матеріалів) та

зигзагоподібні сепаратори (повітря проходить у напрямку потоку кілька разів). Для компостування найчастіше використовуються поперечно-проточні сепаратори.

Повітряні сепаратори можна використовувати у двох точках процесу компостування:

– під час підготовки вхідних матеріалів для компостування та розкладання для видалення легких матеріалів, таких як плівка (тонка плівка) та пластикові пакети;

– при рафінуванні готового компосту для видалення залишків плівки, грубих частинок, що залишилися після остаточного просіювання, щоб їх надалі повернути у процес компостування.

Повітряні сепаратори доступні як стаціонарні, так і мобільні і зазвичай використовуються для остаточного просіювання готового компосту безпосередньо після обладнання, яке видаляє великі частинки.

Магнітний сепаратор

Частинки металу видаляються з компосту магнітним сепаратором, який видаляє залізо та металеві уламки з потоку матеріалу за допомогою електричного або постійного магніту. Багато мобільних пристроїв (дробарки, подрібнювачі, просіювачі тощо) мають такий сепаратор у вигляді магнітного барабана в точці виходу транспортного ременя або верхній магніт на ремінному обладнанні. Ідеальним місцем магнітної сепарації є вихідна секція наприкінці пасової стрічки, бо весь потік матеріалу протікає поблизу магніту, і тут відбуватиметься найкраще відділення металевих частинок з потоку.

Відцентровий сепаратор

Відцентрові сепаратори використовуються для виділення кольорових металів. В даний час набули широкого застосування в компостуванні, але вони важливі для отримання абсолютно чистого кінцевого продукту, так як кольорові метали не можуть бути видалені просіюванням.

Відокремлювачі каміння та скла

Відокремлювачі твердих матеріалів необхідні для видалення з компосту каміння та скла. Вони працюють, використовуючи різницю в еластичності та ударних властивостях твердих матеріалів порівняно з м’якішими частинками компосту.

Компост прямує у спеціальні розділові барабани, де й проходить подібний поділ. У ряді випадків використовуються пневматичні концентратори для виділення скла та каміння.

Існують кілька пристроїв для відсіювання або повітряні сепаратори для видалення каміння з негабаритних частинок при остаточній процедурі просіювання. Округлі частинки (каміння, гравій тощо) відокремлюються за допомогою високошвидкісних смугових пристроїв з валиками.

1.3.4 Заходи щодо мінімізації викидів при компостуванні

Зниження виділення запаху

Всі компостувальні станції виділяють типовий запах навіть за оптимального управління процесом. Для мінімізації запаху необхідно забезпечити швидке оброблення матеріалу, що поставляється, гальмування анаеробних процесів, оптимальний контроль над процесом, утримання компостувальної станції в хорошому стані, регулярне очищення доріг і т. д., приймати до уваги метеорологічні умови. Важливо використовувати спеціальні пристрої та відповідне облаштування (наприклад, паровий конденсатор для зниження утворення компостного «диму», систему для розбризкування концентрату, що нейтралізує запах і намотувальник, який покриває плівкою (напівпроникною мембраною) свіжеперевернуті бурти тощо).

Узгодження рівня шуму

На компостувальній станції для біологічного оброблення біовідходів використовується велика кількість мобільних пристроїв (фронтальні навантажувачі, подрібнювачі, машини для просіювання, машини для перевертання буртів) та/або стаціонарні пристрої (вентиляційні

установки, конвеєри, змішувачі) і вони можуть виробляти високий рівень шуму. Ще одним джерелом шуму є трафік, включений у роботу компостувальної станції (ввезення та вивезення, внутрішній трафік). Загалом, немає можливості запобігти шуму, що виробляється машинами та транспортом. Положення про щоденний трафік машин та часи роботи компостувальної станції слід заздалегідь узгоджувати з місцевою владою та населенням.

Мінімізація викидів мікроорганізмів

Пил та повітряні мікроорганізми можуть викидатися із компостувальної станції під час процесу постачання, процесів розкладання, перевертання та упаковки. Для забезпечення гігієнічно безпечної експлуатації повинні бути передбачені відповідні заходи для технологічного процесу, будівництва та транспортного обладнання, а також для захисту персоналу, так як:

- працюючи з компостом персонал обов'язково має бути у масках;
- машини повинні бути обладнані захистом від пилу;
- кабіни водіїв мобільних машин мають бути обладнані відповідними системами фільтрів;
- маршрути руху повинні бути очищені від пилу, а машини та обладнання чистими;
- рекомендується враховувати напрям вітру та довкілля під час планування завдань, пов'язаних з високим рівнем викидів;
- вентиляційні системи в будинках та захисні системи аерації в мобільних системах повинні бути очищені та регулярно обслуговуватися відповідно до рекомендацій виробника та переглядатися щорічно з метою забезпечення їх належного функціонування.

Збирання і оброблення виділеної рідини

На компостувальній станції можливі також наступні рідкі викиди:

- рідини з біовідходів, що складаються;
- вода від оброблення (вода від поливу або дощова вода при відкритому компостуванні);
- конденсат (при закритому компостуванні);
- стічні води від очищення;
- стічні води від відкритого зберігання, з доріг та дахів.

Якщо очікується велика кількість рідини, що виділяється біовідходами або через кліматичні умови, важливо відповідно вирівняти майданчик, щоб консолідувати збір рідин, та забезпечити збирання і оброблення отриманої рідини (використовувати для змочування компостних буртів) або видалення її в разі непотреби.

Запобігання утворенню газів

Вуглекислий газ та інші гази, такі як закис азоту (N_2O) та метану (CH_4), вироблені протягом мікробного розпаду, впливають на довкілля. У той час як виділення вуглекислого газу є природним побічним продуктом мікробного розкладання речовини і є незапобіжним процесом, то виділення метану і закису азоту (звеселяючого газу) може бути знижено, з урахуванням належного контролю за процесом компостування.

Виділення метану може бути зменшено при відповідному співвідношенні C/N та достатньою кількістю кисню. Насправді належне поєднання вхідних матеріалів і адекватний обсяг пір буртів грають найважливішу роль. Найменші бурти та часте їх перевертання є ефективним контрзаходом. Значні емісії викидів закису азоту відбуваються під час дозрівання компосту та при температурі менше 45°C, але це можна зменшити створенням великих буртів та зниженням перевертання.

1.4 Оцінка різних технологій компостування

Діапазон технологій компостування надзвичайно широкий та охоплює від простих до складних у технічному відношенні і з точним управлінням. Існують дві принципово різні системи компостування: закрита та відкрита, основну різницю між якими наведено у табл. 1.2.

У міру того, як ускладнюється технологія оброблення, ростуть витрати, проте також ростуть можливості технології і цінність отриманого матеріалу на виході.

У *закритій системі компостування* проводиться у частково закритому приміщенні для запобігання викидам із об'єкту оброблення біовідходів. Будівництво потребує значних витрат, тому в закритому приміщенні проводиться тільки фаза інтенсивного розкладання біовідходів.

У *відкритій системі компостування* компостний матеріал не ізольований від довкілля, її зазвичай використовують для невеликих потужностей компостування, через невисокі витрати на впровадження та можливість легкого контролю процесу.

Часто зустрічається поєднання відкритих та закритих систем компостування на одному майданчику. Для попереднього компостування більше придатні закриті системи, а для остаточного розкладання і дозрівання компосту застосовуються відкриті системи.

При плануванні створення об'єкту оброблення біовідходів (станції компостування) завжди одним із критеріїв вибору системи компостування є оптимальне використання доступної площі, зважаючи на збільшення вартості її планування та накриття.

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки відкритих та закритих систем компостування

	Відкриті системи	**Закриті системи**
Переваги	- низький обсяг інвестицій - низькі експлуатаційні витрати	- оптимальне управління - цілеспрямоване регулювання викидів - швидкий процес компостування
Недоліки	- часті проблеми з неприємним запахом - тривалий процес компостування - без додаткових заходів сильна залежність від кліматичних умов (температури, вологості)	- високий обсяг інвестицій

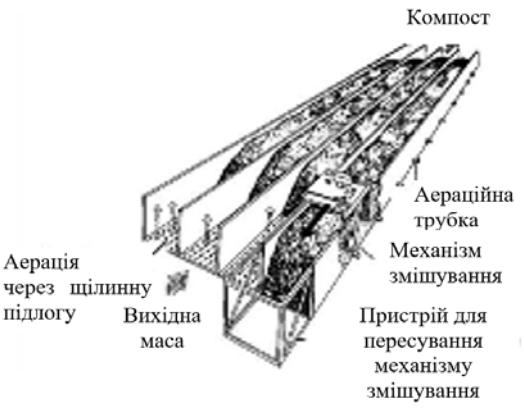
Надалі проведений порівняльний аналіз наступних технічних рішень централізованого компостування біовідходів, можливих для реалізації та впровадження в м. Ужгород:

- закрита система компостування у тунелях (закритих рядах);
- комбінована система компостування у накритих буртах (металевими листами, мембраною з металевим каркасом);
- відкрита система компостування у буртах з аерацією.

Компостування у тунелях

Одним із можливих варіантів систем закритого компостування є компостування в тунелю та у закритих рядах, при якому матеріали, що розкладаються, перемішуються і відпочивають кілька разів під час процесу. Компостування у тунелю відбувається в бетонній конструкції кубічної форми, процес розкладання, зазвичай, безперервний, але також можливий і послідовний.

Компостні тунелі мають технологічну камеру для компостування, закриту у верхній частині, а в компостних закритих рядах матеріал зберігається між двома бетонними стінами без даху (рис. 1.2, *а*, *б*). На практиці використовується система завширшки 3-5 м. Довжина тунелю може бути різною, зазвичай, вона становить від 20-50 м. Закриті ряди можуть бути до 2,2 м при неаераційній системі та 3,5 м при аераційній системі.



а *б*

Рисунок 1.2 – Приклад системи компостування в тунелю (*а*) та у закритих рядах (*б*)

Компостний матеріал перевертається автоматичним пристроєм, що рухаються вздовж тунелю або закритого ряду. Пристрій забезпечує рихлість та зволоження матеріалу, утрамбованість (збитість) компенсована і такий компост транспортується від входу до виходу з тунелю (безперервний метод). Автоматичне заповнення та випускна система доступна як опція, а якщо тунель або закритий ряд досить широкі, можна використовувати фронтальний навантажувач на колесах. Вигідним є поєднання з аераційною підлогою для постачання кисню, що позитивно впливає на процес розкладання. Якщо тунелі розташовані близько один до одного, економія простору величезна, замкнутий простір зведений до мінімуму. Зазвичай час дії проходження компостного матеріалу знаходиться в гнучкому діапазоні днів – до 4 тижнів. Схема процесу компостування в тунелю наведена на рис. 1.3.

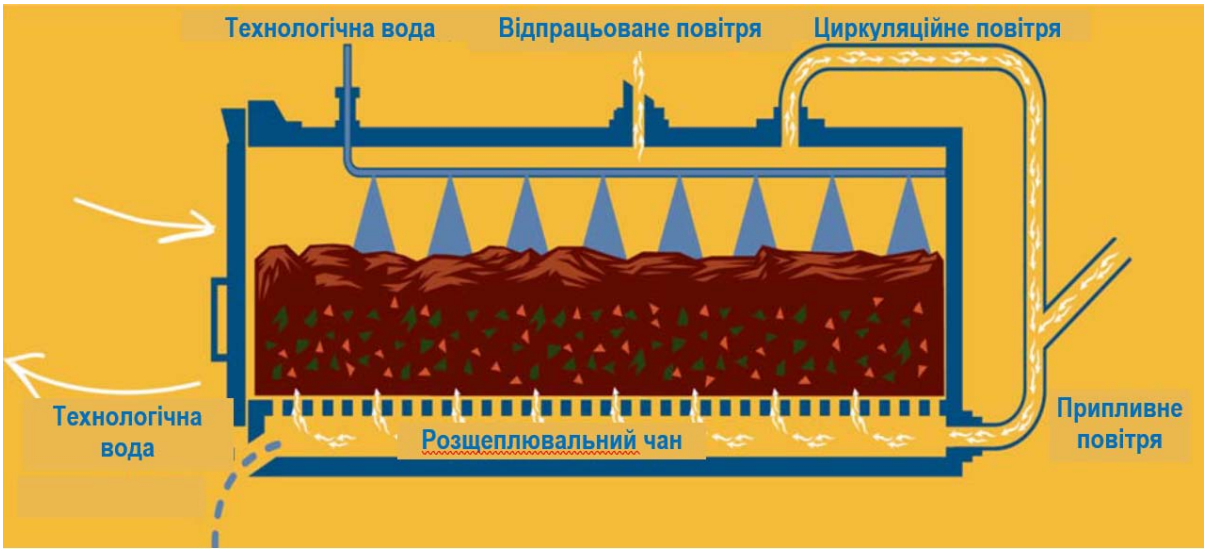


Рисунок 1.3 – Схема процесу компостування в тунелю

Компостування у накритих буртах

Компостування у накритих буртах поєднує переваги відкритої і закритої системи компостування відноситься до методів прискореного отримання компосту (в середньому процес протікає впродовж 30 діб), має різні варіанти технічного виконання, відрізняється низькими витратами на оброблення та невеликою вартістю будівництва з повним контролем викидів, а також якісними властивостями компосту.

Один із варіантів технічного виконання – *компостування у буртах, що накриті металевими листами* (рис. 1.4), геометричні характеристики конструкції установки та бурту біовідходів наведені в табл. 1.3. Схема процесу компостування у накритих буртах наведена на рис. 1.5.

Рисунок 1.4 – Приклад системи компостування в накритих буртах
(з покриттям металевими листами)

Таблиця 1.3 – Характеристики конструкції для компостування в накритих буртах

Найменування параметру	Значення параметру
Висота ряду, м	3,5
Ширина нижньої основи ряду, м	4,0
Ширина верхньої основи ряду, м	2,0
Площа поперечного перерізу, м²	10,5
Довжина одного ряду, м	50,0
Загальна площа однієї конструкції, м²	200,0

Рисунок 1.5 – Схема процесу компостування у накритих буртах

Компостування біовідходів в буртах, що накриті металевими листами, триває 4 тижня та передбачає закладання у основу ряду перфорованих труб діаметром 50-100 мм з розмірами отворів 8-10 мм та подавання повітря від 15 до 25 м^3/год на 1 т біовідходів.

Для проходження активного процесу компостування оптимальну вологість бурту рекомендовано підтримувати на рівні не нижче ніж 60%. У разі зниження температури в середині бурту його треба зволожувати до досягнення оптимальної вологості, шляхом поливання бурту (в більшості випадків фільтратом, який може утворитись під час технологічного циклу). При підготовці до реалізації готового компосту його просіюють для того, щоб вилучити залишки неорганічних речовин.

Інший варіант технічного виконання – *компостування у буртах з мембраною*, застосованої в якості захисту від виділення запаху, відбувається шляхом встановлення на статичних блоках установок компостування напівпроникної мембрани, яка повинна комбінуватися із системою нагнітальної вентиляції (рис. 1.6). Під час маніпуляцій ворошення мембрану необхідно знімати – тобто в короткостроковій перспективі неможливо запобігти виділенню запахів та пилу (біоаерозолів). Напівпроникна мембрана може зробити значний внесок у зменшення запаху в процесі компостування, однак через зусилля, що витрачаються на маніпуляції та періодичне ворошіння, як правило, такий вид компостування є нерентабельним.

Рисунок 1.6 – Приклад системи компостування у буртах з мембраною
(джерело: https://www.compost-systems.com/en/products)

Компостування у буртах з аерацією

Найпростішим технічним рішенням щодо можливих витрат є система відкритого компостування у неукріплених буртах, де біовідходи компостуються безпосередньо на верхньому шарі ґрунту (без ущільнення ґрунту) (рис. 1.7, *а*). Проте у цьому випадку повинні бути дотримані спеціальні вимоги щодо розташування (наприклад, захист ґрунтових вод).

Найбільш поширеним варіантом системи відкритого компостування є компостування у буртах на укріпленій підставі (рис. 1.7, *б*). Залежно від матеріалу, місця та об’єкта можуть знадобитися додаткові спеціальні заходи щодо контролю викидів (укриття буртів, система вентиляції, обмеження розміру та виду бурта, збір фільтраційної води, ворошіння буртів).

Укладання біовідходів у бурти проводиться, як правило, автонавантажувачем. Бурти мають висоту від 1,8 до 3,0 м. Можлива форма буртів: трикутна, трапецеїдальна або плоска.

а *б*

Рисунок 1.7 – Приклад системи компостування у неукріплених (*а*) та в укріплених (*б*) буртах (джерело: https://www.compost-systems.com/en/products)

Середня тривалість процесу розкладання – приблизно 10-60 тижнів. Варіанти здійснення аерації в відкритих системах компостування у буртах наведені на рис. 1.8. При укладанні в бурти з активною аерацією вихідний матеріал повинен мати середній розмір частинок порядку 1 см, а при укладанні в бурти з пасивною (природньою) аерацією – 5 см. Геометричні характеристики буртів наведено в табл. 1.4.

а *б* *в*

Рисунок 1.8 – Варіанти здійснення аерації системи компостування у відкритих буртах: *а* – пасивна аерація внаслідок нагріву («димний» ефект); *б* – активна аерація внаслідок подачі повітря по трубах; *в* – активна аерація внаслідок регулярного ворошіння буртів

Таблиця 1.4 – Характеристики буртів

Найменування параметру	Значення
Висота ряду, м	2,0
Ширина нижньої основи бурту, м	3,3
Ширина верхньої основи бурту, м	0,9
Площа поперечного перерізу, м²	4,2
Довжина одного бурту, м	145,0

Під час компостування біовідходів з трикутною формою буртів (рис. 1.9) використовується специфічний «димний» ефект. Гаряче повітря з бурту піднімається нагору, а свіже повітря втягується у нижній частині всмоктуванням, що створює природний потік повітря через бурт, котрий у поєднанні зі сприятливим відношенням площі поверхні до об'єму бурту, забезпечує її ефективну аерацію. «Димний» ефект працює тільки з дуже громіздким матеріалом, таким як відходи від обрізання гілок, а висота бурту може досягати 3 м. У разі додавання вологих матеріалів, таких як органічні фракції відходів або осади стічних вод, висота бурту має бути обмежена до 1,5-2 м. Регулярне перевертання бурту запобігає його осадженню і формує повітряні канали, а також гарантує пухкість структури бурту з однорідним протоком повітря через його серцевину.

Рисунок 1.9 – Приклад «димного» ефекту в системі компостування у відкритих буртах трикутної форми (джерело: https://tehnix.hr/en/)

Оптимальне розкладання компостного матеріалу відбувається у короткий термін. Крім переваги у вигляді посилення аерації бурту порівняно з буртом трапецеїдальної або плоскої форми, трикутні бурти мають перевагу в селективному послідовному обробленні, завдяки невеликому розміру бурту. У результаті весь компостний матеріал, зібраний протягом одного тижня, може бути об'єднаний в окремий бурт, а також оброблятися окремо від матеріалу, який з'являється протягом наступного тижня. Якщо комбінувати матеріали кількох тижнів у плоский бурт, то бурти, які вимагають перевертання, фактично переміщаються, що також має позитивний вплив на поточні витрати об'єкту оброблення біовідходів. Ще однією перевагою буртів у трикутній формі є ефективний дренаж дощових вод. На практиці можна побачити, що вода проникає лише на 20 см, а велика кількість дощових вод стікає по сторонах.

Бурт в трикутній та плоскій формі має більш ефективну продуктивність об'єму в порівнянні з буртом трапецеїдальної форми, тому що матеріал можна накласти шарами без порожнеч і порожнин, що передбачає більш високий рівень утримання тепла в холодних умовах. Проте ця перевага має декілька недоліків у процесі компостування, а саме, «димний» ефект для активної аерації бурта в даному випадку не працює. Якщо бурт недостатньо забезпечується киснем, неправильно перевернутий, то в результаті збільшуються терміни компостування і посилюються запахи через активізацію анаеробних процесів. Може виникнути перегрів у ядрі бурта, що впливає на зниження мікробної активності. Крім того, вся дощова вода потрапляє в відкриті незахищені бурти, що може спричинити перезволоження та зсуви бурта. З цієї причини контрольовані процеси розкладання в бурті плоскої форми складніші і потрібно значно більше часу для розпаду матеріалу, ніж у бурті трикутної форми.

Якщо через брак площі немає можливості уникнути компостування прямим буртом плоскої форми, необхідно забезпечити достатню подачу свіжого повітря за допомогою активної аерації. Запобігання ефекту осадження відбувається звичайним перевертанням, оскільки в іншому випадку під загрозу потрапляє однорідна подача свіжого повітря. У дощових районах рекомендується розміщувати компостні майданчики під дахом для запобігання їх затопленню.

1.5 Рекомендації щодо впровадження в м. Ужгород оброблення біовідходів методом компостування

За результатами аналізу та оцінки різних технічних рішень систем компостування встановлено, що компостування – це гнучкий процес, який може бути як простим, так і високотехнологічним в реалізації, проте є одним із досить перспективних напрямів поводження з біовідходами як відносно простий і безпечний метод їх оброблення та може розглядатися як природоохоронна технологія, у процесі якої відбувається деструкція біовідходів, а результатом процесу є компост, який можна використовувати як добриво та

матеріал для стимулювання відновлення ґрунтового шару, для рекультивації пошкоджених територій, міських озеленених територій, парків, лісів тощо, крім того, може бути способом отримання безкоштовних та натуральних і корисних добрив населенням, які мають свої газони, сади та ділянки, при цьому зменшуючи кількість та обсяги накопичення відходів від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ.

Біологічні методи оброблення біовідходів є ефективними як з екологічних, так і з економічних міркувань, їх особливістю є відсутність потреби у значних трудових і матеріальних витратах та можливість бути застосованими як індивідуально (безпосередньо у домашніх господарствах), так і централізовано (для всього населеного пункту). При централізованому компостуванні потрібно забезпечити роздільне збирання міських та комерційних відходів від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ, які потім будуть вивозитися на спеціально обладнані об'єкти їх оброблення (станції компостування).

З метою більш широкого впровадження системи поводження з біовідходами необхідно забезпечити відповідну екологічну освіту населення з метою поширення інформації про способи екологічно безпечного та економічно вигідного поводження з біовідходами, та запровадити на державному рівні обмежуючі та стимулюючі заходи.

Враховуючи, що існує нагальна необхідність в м. Ужгород впроваджувати сучасні технології оброблення біовідходів, кінцевий вибір технології компостування має здійснюватися за декількома критеріями в залежності від місцевих умов задля забезпечення ефективного та економічно доцільного поводження з біовідходами з метою мінімізації їх впливу на середовище за рахунок зменшення обсягів їх накопичення. Формування ефективної системи управління та поводження з міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ – одна з передумов забезпечення екологічної безпеки територій міста та реалізації принципів його сталого розвитку.

В цілому створення об'єкту оброблення біовідходів методом компостування має містити такі етапи:

- аналіз матеріально-ресурсної бази побутових відходів, кількості біовідходів здатних до компостування;
- визначення обсягів отримання компосту та шляхів його наступної реалізації;
- визначення доступної земельної ділянки для будівництва об'єкту оброблення біовідходів та організації процесу компостування;
- отримання та аналіз даних щодо біовідходів та розташування ділянки на відповідність вимогам діючої нормативної документації;
- вибір технології компостування, технічних рішень і обладнання, розроблення необхідних технологічних процесів та складання рецептів компостних сумішей, відповідно до потреб міста та ринку;
- оцінювання існуючих альтернатив та вибір раціональної технології, враховуючи наявний досвід у даній сфері;
- розроблення проектно-технологічної та іншої документації об'єкту оброблення біовідходів для можливості реалізації його будівництва та експлуатації;
- уведення в дію та забезпечення сталого функціонування об'єкту оброблення біовідходів методом компостування;
- періодичне оцінювання результатів діяльності з відповідним коригуванням в разі необхідності з метою поліпшення фінансових, екологічних та інших показників.

1.6 Аналіз можливості співпраці у сфері поводження з відходами між громадами

Цілі і завдання сфери поводження з відходами повинні узгоджуватись з директивами ЄС та стратегією розвитку цієї сфери в Україні. У Закарпатській області, в тому числі, і у м. Ужгород, поставлено за мету в максимально можливій мірі охопити всіх жителів організованою системою збирання й вивезення відходів, яка повинна бути рентабельною і забезпечувати ефективне збирання і вивезення ПВ. Управління ПВ необхідно здійснювати

відповідно до державних норм, стандартів і правил. Одним з основних напрямів державної політики у цій сфері є забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів і сприяння максимально можливого видалення відходів шляхом прямого, повторного чи альтернативного використання їх ресурсоцінних компонентів.

Невирішеність питань поводження з ПВ, в тому числі і біовідходами, негативно впливає на екологічний і соціальний стан території територіальних громад. Постійно виникають нові стихійні сміттєзвалища, наявні полігони ПВ не відповідають сучасним екологічним нормам і стандартам, вичерпують свій потенціал, є перевантаженими, частіше відходи складуються без сортування та знешкодження, під'їзні дороги до сміттєзвалищ потребують ремонту тощо. Стихійні звалища щороку охоплюють дедалі більші території, що призводить до підвищення рівня екологічної небезпеки. По-перше, це великі площі забрудненої землі, що на довгі роки залишається непридатною для використання. По-друге, така ситуація призводить до подальшого забруднення навколишнього середовища отруйними речовинами та парниковими газами. По-третє, не задіяно потенціал вторинного використання ресурсів. Комплекс проблем, пов'язаних з охороною довкілля та здоров'ям населення, потребує системного підходу.

Наразі існує обмежений досвід щодо підходів міжмуніципальної співпраці між територіальними громадами у сфері управління відходами. Хоча і існують приклади спільного використання громадами об'єктів поводження з відходами, в цілому громади самостійно працюють над запровадженням своїх власних систем управління відходами. Співпраця у сфері управління відходами між громадами Закарпатської області відбувається в дуже обмеженій мірі через існуючу велику різницю у стандартах надання таких послуг населенню, зокрема, тій його частини, що проживає у гірській місцевості. В реальності у багатьох громадах взагалі відсутні послуги із збирання відходів.

Спроби організації комплексної системи поводження з ПВ на засадах кооперації, міжрегіональної співпраці та об'єднання ресурсів місцевих громад поки не призвели до бажаних результатів. Проте співробітництво територіальних громад в будь-якій галузі – це інструмент, завдяки якому громади можуть залучити додаткові кошти та реалізувати великі проєкти, які не можуть реалізувати самостійно, підвищити якість надання послуг та отримати додатковий дохід.

Задля успішності реалізації проєкту необхідне детальне планування, розрахунок можливих ризиків, складання договору та успішна комунікація між громадами. Етапи реалізації співробітництва територіальних громад включають:

- ініціювання можливості співробітництва з потенційними громадами;
- визначення потенційних напрямів співпраці та спільних проєктів;
- підготовка пропозицій щодо співробітництва і подання її на розгляд та затвердження місцевою радою;
- розпочаток переговорів з потенційними громадами про співробітництво та утворення комісії з підготовки проєкту договору про співробітництво;
- створення спільної комісії щодо співробітництва громад для підготовки проєкту договору;
- схвалення проєкту договору;
- реалізація спільного проєкту.

У сфері управління ПВ громади можуть скористатися міжмуніципальним співробітництвом, яке може охоплювати:

- спільні екологічні заходи та інформаційні кампанії в громадах;
- створення міжгромадного муніципального центру управління побутовими відходами;
- закупівлю спільної додаткової техніки, яка буде обслуговувати населені пункти кількох громад;
- створення спільного комунального підприємства для підвищення спроможності системи управління відходами тощо.

Нині на обласному рівні є розуміння необхідності цілеспрямованої діяльності в цій галузі, надаються сприяння місцевим органам влади у вирішенні проблеми поводження з відходами. Аналіз наявного стану системи поводження з ПВ кожної громади є першорядним і найнеобхіднішим кроком на шляху до розуміння напрямів подальшої діяльності та вирішення проблеми в цілому. Усе це створює необхідні передумови для успішної реалізації проектів в даній галузі задля підвищення ефективності системи поводження з побутовими відходами.

Поступово для максимального використання переваг співробітництва територіальних громад в Закарпатської області створюються відповідні умови. «Стратегія управління відходами у Закарпатській області до 2030 року»[55] передбачає, що послуги із збирання відходів будуть організовані на рівні районів. Це вимагатиме співпраці місцевих органів самоврядування у плануванні, організації та укладанні контрактів на надання відповідних послуг поводження з ПВ. Створення великих регіональних полігонів ПВ та об'єктів оброблення відходів є більш економічно ефективним рішенням у порівнянні з окремими полігонами ПВ, які надають послуги в межах лише одного району.

Просторова структура розміщення населених пунктів на території громад, ландшафтно-екологічні особливості територій, існуюча система партнерської взаємодії між різними громадами, їх фінансово-економічний стан, ментальні особливості населення тощо, суттєво впливають на можливість розміщення об'єктів поводження з відходами на тих чи інших територіях. Однією з проблем побудови нових об'єктів оброблення відходів на Закарпатті є малоземелля. В гірських районах практично неможливо знайти такі земельні ділянки, які б відповідали будівельним і санітарним нормам для такого будівництва. При плануванні системи поводження з відходами в області передбачається вивезення ПВ з гірських населених пунктів в низинні, що викликає додаткову соціальну напругу серед населення цих районів. Отримати згоду населення при громадських слуханнях згідно діючого законодавства вкрай важко. Тому важливо проаналізували потреби громад та визначити можливі шляхи вирішення наявних проблем. Найбільш потенційними до співпраці є сусідні територіальні громади, які знаходяться в одному кластері та субрегіоні. Станом на 2023 рік Ужгородська територіальна громада межує з Оноківською, Баранинською та Холмківською територіальними громадами (рис. 1.10).

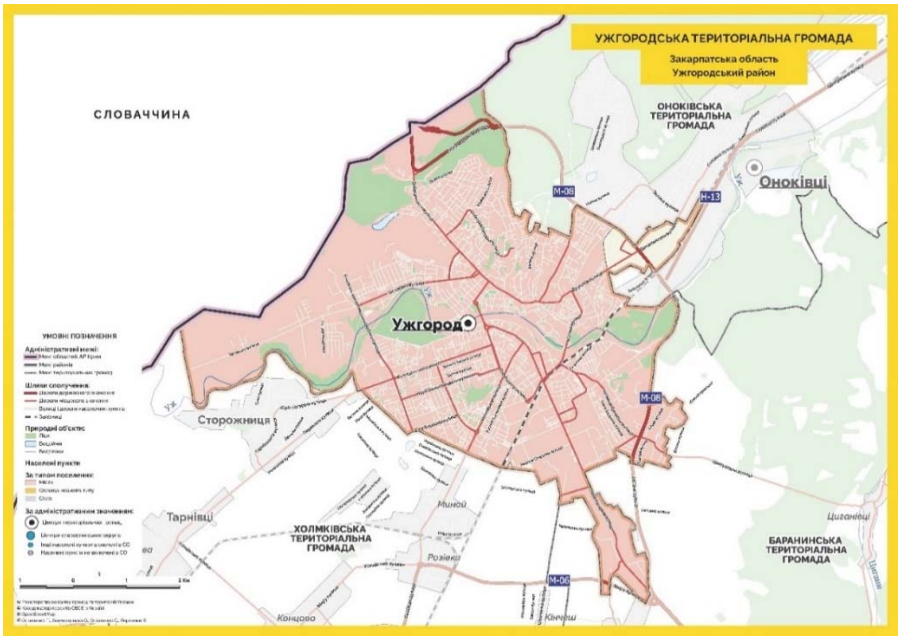


Рисунок 1.10 – Розташування Ужгородської територіальної громади[56]

[55] https://oda.carpathia.gov.ua/sites/default/files/imce/strategia_vidhody_2030.pdf
[56] http://surl.li/dlogs

На первинному етапі впровадження системи поводження з відходами сусідні громади можуть бути враховані як потенційна територія охоплення послугою, тому що будівництво центрального об’єкту оброблення відходів буде більш сприятливе економічно за умови обслуговування прилеглих громад. Необхідно провести детальний аналіз альтернативних варіантів планування раціональної моделі системи управління побутовими відходами в рамках кожної з територіальних громад, при цьому кордони взаємодії повинні охопити достатній обсяг ресурсів та оптимально використати переваги близького взаємного розташування.

Деякі компоненти системи управління відходами мають потенціал генерування доходів. Однак система управління відходами в цілому матиме витрати, які повинні будуть оплачувати мешканці/юридичні особи та територіальні громади регіону. Собівартість для мешканців/юридичних осіб і територіальних громад буде мінімізовано за умови, якщо доходи від прибуткових компонентів системи управління відходами утримуватиме громадський сектор і використовуватиме на компенсацію витрат на інші компоненти. Формування ініціатив співпраці територіальних громад дуже важливе для підвищення ефективності витрат на видалення відходів.

Завдяки більшому та кращому рівню співпраці у сфері управління відходами можна досягнути чисельних переваг, включаючи наступні:

- поширення та гармонізація знань та досвіду;
- запровадження нової якості послуг для громадян;
- підвищення якості обслуговування;
- ефективніше використання транспортних засобів та обладнання;
- підвищення економії (за рахунок масштабу) шляхом спільного укладання контракту на обслуговування територій;
- підвищення можливостей запровадження технологій, сприятливих для навколишнього середовища;
- диверсифікація/розподіл витрат/ризиків на шляху реалізації спільної ініціативи.

Зазначені підходи дозволять не тільки зменшити обсяги захоронення ПВ і їх негативного впливу на довкілля, а також дасть можливість отримати вторинну сировину, збільшити обсяги відновлення ресурсів, створити потенційний ринок збуту підприємствам сусідніх територіальних громад, забезпечити збирання та вивезення відходів найбільш економічно доцільним способом та забезпечити сталість системи поводження з відходами на території м. Ужгород.

РОЗДІЛ ІІ. ВИВЧЕННЯ ДОСТУПНИХ МІСЦЬ ДЛЯ ВІДПОВІДНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ В М. УЖГОРОД

2.1 Основні умови розташування об'єктів оброблення біовідходів методом компостування

Об'єкти оброблення біовідходів (майданчики та установки для компостування) можуть споруджуватися по всій місцевості, проте доцільним є їх розташування переважно поблизу місць утворення відповідних відходів. Майданчики не можна розміщувати на схилах понад 10%, у безпосередній близькості від долин, від водойм. Бажано розташовувати майданчики та споруди для компостування біля транспортних магістралей з метою організації вивезення та збуту отриманих продуктів компостування, в'їзди та виїзди мають бути придатними для доступу вантажівок. Як і при спорудженні більшості об'єктів для оброблення біовідходів, рекомендується дотримуватися певної віддаленості від житлових районів через неприємний запах і наявність тварин-шкідників. Згідно ДСП 173-96[57] санітарна-захисна зона має становити не менше 300 м.

2.2 Визначення доступних місць розташування об'єкту оброблення біовідходів методом компостування у м. Ужгород

Для можливості впровадження системи поводження з біовідходами в м. Ужгород одним із кроків, паралельних впровадженню системи роздільного збирання міських та комерційних відходів від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ, є визначення місця, доступного для розташування об'єкту оброблення біовідходів, з територією, необхідною для розміщення установок та споруд компостування (станції компостування) відповідно до наявних умов.

На початку реалізації станція компостування буде призначена для оброблення біовідходів, отриманих в результаті їх роздільного збору в окремі контейнери (або мішки) в м. Ужгород, які є основною сировиною для станції компостування та доставляються від місць накопичення на оброблення спеціальним автотранспортом суб'єктом господарювання у сфері управління відходами. Надалі при визначенні місця доцільним є урахування перспективи поступового збільшення можливостей оброблення за рахунок розширення переліку відходів, які приймаються компостувальною станцією на оброблення, додаванням роздільно зібраних інших міських та комерційних відходів, які мають найбільшу придатність для компостування, та створення можливості для приймання біовідходів сусідніх громад для досягнення необхідного рівня цільових показників, визначених Національною стратегією управління відходами в Україні до 2030 року [58].

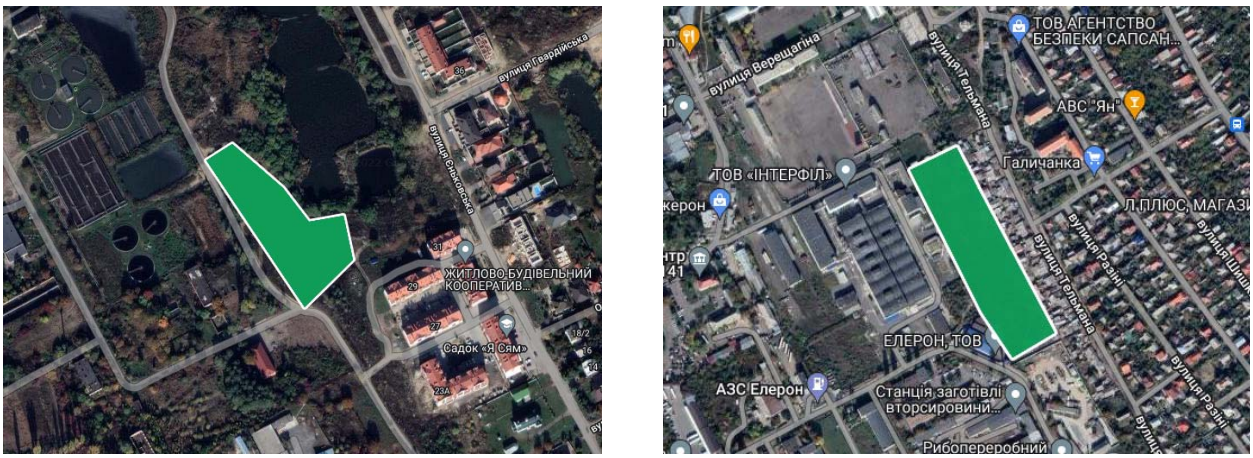
2.2.1 Ділянка для розміщення об'єкту оброблення біовідходів

Площу земельної ділянки для розміщення об'єкту оброблення біовідходів (станції компостування) рекомендовано приймати відповідно до вимог ГБН В.2.2-35077234-001[59]. На перспективу площа земельної ділянки для будівництва складатиме до 1 га, без урахувань адміністративно-побутових споруд (в залежності від технічного рішення). Межі визначені розмірами майданчика компостувальної станції, який огороджується по периметру парканом.

Реалізація проєкту будівництва об'єкту оброблення біовідходів (компостувальної станції) для м. Ужгород, пропонується в межах ділянки, розташованій на території міста:

- альтернатива №1 – за координатами 48.626280, 22.250021 (рис. 2.1, *а*);
- альтернатива №2 – за координатами 48.606692, 22.316811 (рис. 2.1, *б*).

[57] ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» // http://surl.li/hivnz
[58] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80
[59] ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування»



– територія ділянки

а *б*

Рисунок 2.1 – Розміщення ділянки для розташування об'єкту оброблення біовідходів (компостувальної станції) для м. Ужгород

Ділянка №1 на заході межує з очисними спорудами системи централізованого водовідведення м. Ужгород, на півдні – з житлово-будівельним кооперативом «Озерний край», на сході – з водоймою без назви, на півночі – з пустирем. Ділянка вільна від забудови, зелені насадження відсутні. Ділянка не використовується. Розташована на правому березі міста. Рельєф ділянки рівний. Ділянка має неправильну форму. У територіальному відношенні планована ділянка №1 для компостування знаходиться у межах м. Ужгород. На захід, на відстані приблизно 700 м знаходиться державний кордон України зі Словаччиною.

Ділянка №2 із півночі межує із територією аварійно-рятувального загону спеціального призначення м. Ужгород та пустирем, зі сходу – з житловою забудовою та магазином будівельних матеріалів, з півночі – ТОВ «Елерон» (АЗС) та станцією заготівлі вторсировини «Проектна, 3», із заходу – ТОВ «Інтерфіл» (підприємство спеціалізується на виготовленні косметичних виробів, засобів декоративної косметики та товарів побутового призначення). Ділянка вільна від забудови, зелені насадження відсутні. Ділянка не використовується. Розташована на лівому березі міста. Рельєф ділянки рівний. Конфігурація ділянки прямокутна, має правильну форму. У територіальному відношенні планована ділянка №2 для компостування знаходиться у межах м. Ужгород. У західному напрямку від ділянки на відстані приблизно 800 м знаходиться старий кар'єр.

2.2.2 Плановані об'єкти і споруди об'єкту оброблення біовідходів

Функціональне зонування

Функціональне зонування майданчика станції компостування: зона розвантаження (5% площі), зона складування товарного компосту (10% площі), зона оброблення (компостування) (75%) та інші зони (10% площі). Ширина під'їзних шляхів складає 5 м, проїздів між компостними рядами – 1,2 м.

Станція компостування біовідходів включає:

- відділення попереднього огляду сировини (суміші) (для інспекції вхідного матеріалу та видалення забруднень, здійснення подрібнення, дроблення, просіювання тощо);
- аераційне відділення (для насичення сировини киснем та вивільнення окису вуглецю);
- відділення проведення процесу компостування – залежно від варіанту технології – тунелі, накриті або відкриті бурти (здійснення фази інтенсивного розкладання та фази дозрівання);
- відділення подрібнення та просіювання готового компосту (для досягнення рівня встановлених вимог до отриманої сировини та підвищення її якості);
- склад зберігання готового компосту (розташовують по периметру ділянок компостування).

Короткий опис характеристик планованих об'єктів і споруд

Зона розвантаження станції компостування має бути плоскою і спланована таким чином, щоб вона підходила для під'їзду важких транспортних засобів. Вона не повинна розміщуватись під дахом. Огороджене та накрите приміщення може бути корисним при обробленні вхідних матеріалів із запахом. При плануванні майданчику потрібно враховувати, що доставлений матеріал не завжди можна легко компостувати, і тому повинні бути доступні площі складських приміщень (наприклад, для великогабаритного матеріалу, такого як гілки та обрізки дерев).

Територія *зони оброблення* (*компостування*) станції компостування також має бути вирівняною, оскільки там використовуються важкі транспортні засоби (колісні навантажувачі, крани та машини для перевертання буртів), та повинна мати нахил 1-2% у напрямку канавок або осі машини для перевертання, задля забезпечення можливості безперешкодного стоку стічних (фільтрату) або дощових вод між буртами. Якщо річна кількість опадів перевищує 700 мм/м² або якщо сильні дощі більші 200 мм/м² протягом 24 годин, рекомендується майданчик компостування розміщувати під дахом. Дощові води з даху треба збирати окремо від фільтрату. Через те, що всі зони знаходяться в контакті з вхідним матеріалом, матеріал для компостування повинен бути належним чином вирівняний і мати систему збирання фільтрату. Усі зібрані поверхневі води мають бути спрямовані в ємність для збирання фільтрату.

Крім того, при плануванні майданчику необхідно забезпечити окреме збереження матеріалу для компостування у фазі дезінфекції (фаза розкладання) від вже продезінфікованого матеріалу. У загальному просторі майданчику повинні бути передбачені зони для перевертання буртів та маневрування машин для перевертання буртів.

Простір, який потрібний для робіт з подрібнення та просіювання, повинен бути не менше 100 м². Також має бути резервна зона для подрібненого та просіяного матеріалу.

Зона складування товарного компосту станції компостування призначена для зберігання готової продукції (компосту) окремо від інших зон станції компостування. Для запобігання повторному зараженню (через вхідний недезінфікований матеріал та забруднення літаючим насінням) склад компосту повинен знаходитися в закритому приміщенні. Розмір складського приміщення залежатиме від обсягів реалізації та розповсюдження кінцевого продукту та може прийматися із розрахунку 3-6-місячного дозрівання компосту з урахуванням геометричних параметрів буртів та відповідно сезонності використання компосту. Готовий компост можна зберігати, складуючи до висоти 6 м, але загалом з врахуванням можливостей фронтальних навантажувачів, які використовуються (зазвичай 3-4 м).

2.3 Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення об'єкту оброблення біовідходів

Головні планувальні рішення споруди, що проектується (компостувальної станції), обумовлені наступними факторами:

- наявністю вільної від забудови ділянки під будівництво на території міста;
- технологічними рішеннями.

Компостувальна станція, що проектується, складається з:

1. Ділянки розташування сортувального обладнання.
2. Ділянки для компостування в буртах.
3. Блоку приміщень допоміжно-технічного призначення.
4. Зовнішніх просторових металевих конструкцій кріплення технологічного обладнання.

Варіанти розташування споруди – в західній (ділянка №1) або південно-східній (ділянка №2) частині території м. Ужгород. Головний фасад споруди розташований на півночі.

Для технологічного і протипожежного обслуговування станції використовуються запроектовані проїзди. Для проходу робітників з входу до проїздів – запроектовано тротуар, ширина якого складає 1,25 м.

Запланована прохідна розташована з південно-західній сторони території підприємства.

Необхідна площа території компостувальної станції в залежності від обраного технічного рішення дорівнює 0,67 або 0,77 га.

Предстанційна зона розташована на в'їзді з південно-західної частини будівельного майданчику. Відкритий майданчик для легкового автомобільного транспорту проектується в залежності від прийнятої кількості працюючих згідно ДБН В.2.3-5[60] та ДБН В.2.5-15[61].

На будівельному майданчику станції компостування розташовані тимчасові будівлі, які надалі підлягають демонтажу. Зелені насадження на ділянці зберігаються.

Територія станції огороджується по периметру парканом з профнастилу висотою 1,6 м.

Все технологічне обладнання станції розташовується під дахом швидкомонтованих збірно-розбірних конструкцій.

Як приклад, це можуть бути конструкції «LLENTAB» у вигляді гнутих несучих арок з високоякісної сталі. Продукція сертифікована УкрСЕПРО і має дозволи на використання в Україні. Конструкції мають можливість бути розібрані, переміщені та зібрані на новому місці з 100% зберіганням якості нової конструкції.

Будівля станції компостування проектується з металоконструкцій полегшеного типу. Сталеві конструкції складаються з холодногнутих профілів із застосуванням болтових з'єднань. Холодногнуті профілі виготовляються шляхом прокатки або на спеціальних згинальних станках. Використовується гарячеоцинкована сталь в рулонах. Окремі елементи з'єднуються між собою болтами класу М12.

Розмір будівлі складає 60×24 м. За основу візьмемо профільні каркаси LLENTAB (або аналогічні). Основними формами профілів LLENTAB є: Z-профілі (покрівельні та стінові прогони), С-профілі (колони, ферми, елементи каркасу), Н-профілі (верхній та нижній пояси ферм). Монтажні отвори пробиваються у всіх елементах під час їх виробництва (див. рис. 2.2).

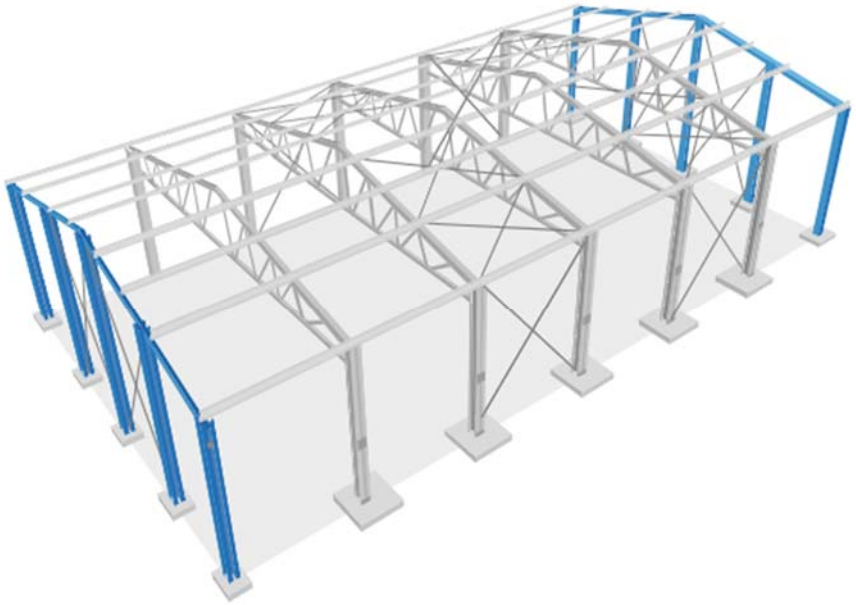


Рисунок 2.2 – Двоскатна конструктивна схема з несучою торцевою стіною (технологія LLENTAB)

Колони виготовляються з С-подібних профілів по типу – 2хС. Профіль LLENTAB 2хС170: товщина 3-6 мм.

Конструкція покриття LLENTAB. Ферми виконують голову несучу функцію для даху. Елементи ферм утворюють верхній та нижній пояси, з'єднані між собою розкосами. Найчастіше пояси виготовляються з профілів у формі «омега» або з подвійного С-профілю.

[60] ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» // http://surl.li/nlkpa
[61] ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1

Розкоси – з одинарного С-профілю. Пояси можуть встановлюватись з різним кутом нахилу. Ухил верхнього поясу визначає результуючий ухил покриття.

Стінові прогони LLENTAB. Прогони є другорядною стіновою конструкцією, що кріпиться до колон. Вони являють собою систему горизонтальних профілів, які сприймають вітрові навантаження, що діють на стіновий профнастил або сендвіч-панелі. Як правило, прогони проєктуються у вигляді нерозрізних балок. Власна вага огороджувальної конструкції переноситься на фундаменти або фундаментні балки.

Дахові прогони LLENTAB. Дахові прогони є другорядною несучою конструкцією покриття, що кріпиться до ферм будівлі. Ці профілі сприймають вертикальне навантаження, яке діє на покрівлю. Прогони проєктуються у вигляді нерозрізних балок. Вони являються частиною підсилення даху і розкріплюють верхній пояс ферми від втрати стійкості. В якості покрівельних прогонів найчастіше використовуються Z-профілі.

Модульна конфігурація дозволяє додавати нові секції для збільшення розміру площі станції по довжині. Перевага конструкцій, у випадку прийнятних ґрунтових умов в тому, що відсутня необхідність будувати фундаменти при прольоті шириною до 40 м. Конструкції мають гарантію 30 років.

Організація рельєфу та водовідведення поверхневих стічних вод

Організація рельєфу майданчику необхідно виконати з урахуванням рельєфу місцевості, відміток існуючих доріг, мінімального об’єму земляних робіт і надійного відведення дощової води від споруди, що проектується.

Підготовка території – підсипка з місцевого ґрунту до проектних відміток з плануванням поверхні майданчику.

Відвід поверхневих стічних вод з території станції здійснюється по спланованій поверхні дорожнього покриття з мінімальним ухилом 0,05 на існуючий проїзд.

Блочно-модульне обладнання для очищення стічних вод

Передбачається облаштування блочно-модульних локальних очисних споруд (ЛОС) для очищення виробничих та господарсько-побутових стічних вод, які утворюються на станції компостування. Блочно-модульні установки призначені для біологічного глибокого очищення стічних вод об’ємом від до 25 м³/добу.

Для роботи станції компостування передбачаємо блочно-модульні очисні споруди типу BIOTAL BP2R (або аналогічні за потужністю) (див. рис. 2.3).

В проекті передбачається розміщення ЛОС проектною потужністю 8 м³/добу. Розміри споруди складають: ширина 4,5 м, довжина 6 м, глибина 3 м.

Монтаж споруд відбувається на загальній залізобетонній плиті, на яку встановлюються шість залізобетонних колодязів. В двох колодязях розміщуються поліпропіленові біореактори типу SBR2 і SBR3. В колодязі приймальної камери встановлюються аераційні системи і насоси подачі стічних вод. Для накопичення надлишкового активного мулу передбачена мулова місткість. В колодязі біофільтра монтуються завантаження біофільтра і циркуляційний ерліфт. Знезаражування очищених стічних вод передбачене в контактному резервуарі.

Установка BIOTAL складається з приймальної камери (ПК), на вході у яку передбачена сітка для затримання грубих нечистот, триступеневого реактора SBR, аерованого циркуляційного самопромивного біологічного фільтра (БФ), контактного резервуара (КР) і мулової ємності-аеробного стабілізатора надлишкового активного мулу. У цьому випадку в кожному аеротенку ефективно працюють мікроорганізми, між якими не відбувається конкуренції, оскільки різні їх групи ефективно працюють у вузьких межах концентрацій забруднень, які знижуються у процесі очищення, по ходу руху стічних вод від ПК-Д до КР, тобто вода оброблюється ступінчасто.

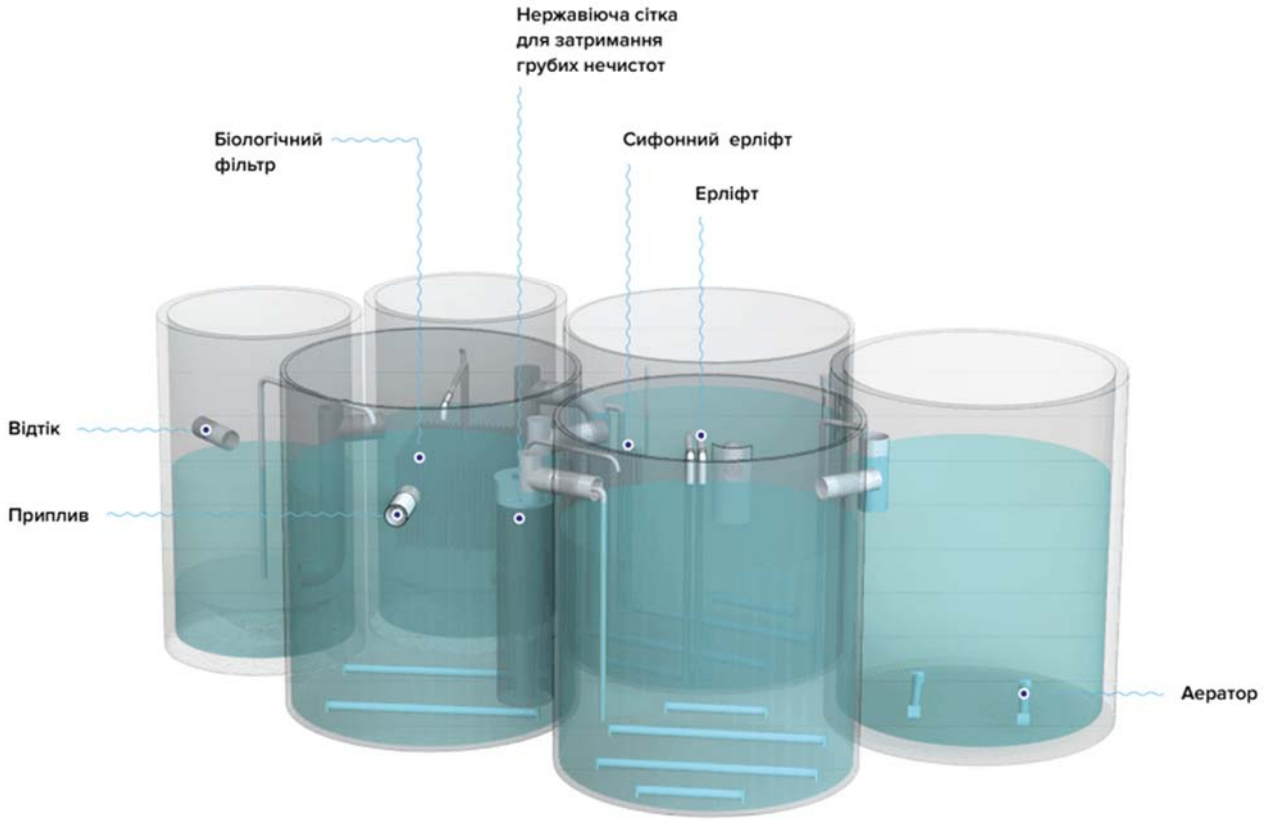


Рисунок 2.3 – Блочно-модульні очисні споруди BIOTAL BP2R (Виробництво в м. Рівне)

В установці BIOTAL гідравлічний зв'язок між ПК-Д і першим реактором SBR, між другим та третім реакторами SBR, між третім реактором SBR і біофільтром-тонкошаровим відстійником (БФ-ТВ), а також між біофільтром-тонкошаровим відстійником і контактним резервуаром, періодично переривається по програмі шляхом відключення пристроїв, що забезпечують цей зв'язок. Гідравлічний зв'язок здійснюється між ПК-Д і SBR-1 – насосами подачі, SBR-1 і SBR-2 – гідравлічним перетоком, SBR-2 і SBR-3 – гідравлічним перетоком або реверсними ерліфтами, між SBR-3 і БФ-ТВ – керованим сифоном, сифонним ерліфтом, або насосами, і, нарешті, між БФ-ТВ і КР – гідравлічним перетоком.

У процесі ступінчастого переміщення очищуваних стічних вод від зони до зони, очищення відбувається поетапно у 6-8 фазах в рамках однієї з 5 програм, причому, в економічних режимах склад фаз змінюється – не відкачуються очищені стічні води і не видаляється надлишковий активний мул.

Система BIOTAL має три мулові системи: в ПК-Д, в трьох-ступінчастому реакторі SBR і БФ-ТВ та здійснюється чотирьох-контурною рециркуляцією зворотного активного мулу – з SBR-2 в SBR-1, з SBR-3 в ПК, з SBR-3 в SBR-1, з БФ-ТВ і з КР в ПК. Така побудова технології дозволила утримати в балансі тримулову систему, оскільки перекачування стічних вод у процесі очищення з ПК в SBR-1, з SBR-3 в БФ-ТВ і з БФ-ТВ в КР відбувається після циклів відстоювання відповідно – в ПК, SBR-3 і БФ-ТО, з частковим змішуванням мулів цих споруд в процесі рециркуляції перед циклами відстоювання.

Очищення стічних вод на установці BIOTAL відбувається у наступному порядку:

1 – стічні води, що щойно надійшли на установку, попередньо оброблюються у приймальній камері-денітрифікаторі;

2 – стічні води, що надійшли в установку у попередньому циклі, оброблюються у першому і другому реакторах SBR;

3 – у третьому реакторі SBR оброблюються стічні води, що надійшли на установку два цикли назад;

4 – в біологічному фільтрі-тонкошаровому відстійнику оброблюються стічні води, що надійшли на очищення три цикли назад;

5 – в контактному резервуарі оброблюються стічні води, що надійшли на установку чотири цикли назад. Стічні води, що очищуються, під час цього процесу ступінчасто переміщуються від першого до останнього ступеня очищення ЛОС, шляхом періодичного гідравлічного сполучення цих ступенів з допомогою гідро-автоматичних пристроїв чи насосів.

Благоустрій та озеленення

В проекті передбачається майданчик для відпочинку персоналу, а також майданчик для місця паління.

По периметру споруди передбачається улаштування асфальтобетонного мощення, ширина якого складає 1 м.

Покриття проїздів – асфальтобетонне. Проїзди, тротуари і майданчики обмежені бордюрами.

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на території майданчику будівництва, передбачається озеленення вільних від забудови ділянок шляхом:

- насадження декоративних дерев;
- засівання газонів довголітніми травами.

При насадженні нових дерев додається до 50% рослинного ґрунту. При улаштуванні газонів, додається шар рослинного ґрунту товщиною 0,15 м, а при улаштуванні квітників – 0,20 м.

Технологічний транспорт та обладнання

Існуючі автошляхи і проїзди території компостувальної станції забезпечують технологічне і протипожежне обслуговування споруди. Ширина промислових проїздів приймається 3,5 м.

Для приготування компосту використовується техніка і транспортні засоби серійного виробництва. Технологічне обладнання процесу компостування: це система конвеєрів, бункер-приямок, подрібнювальне обладнання для подрібнювання біовідходів, біобарабани (або біотермічні камери, котловани, ділянки чи штабелі), подрібнювальне обладнання для подрібнювання компосту з магнітним сепаратором, грейферний кран (приклади застосованого обладнання наведені на рис. 2.4, 2.5).

До зони закладання буртів біовідходи треба направляти бульдозером, наповнювач можна доставляти тракторними візками або автосамоскидами.

Бурт треба формувати та перемішувати бульдозером, грейферним краном, спеціальним обладнанням (наприклад, навантажувач безперервної дії ПНД-250, змішувач-завантажувач СЗУ-20, переобладнані розкидачі органічних добрив: ПТР-10, РЖТ-10 або МЖТ-10, роздавальник суміші кормів РСП-10 тощо).

У разі відсутності пластинчатого живильника розвантаження компосту у дробарку можна проводити грейферним краном.

Конструкція робочого органу грейферного крану повинна відповідати геометричній формі днища бункера-накопичувача.

Якщо щільність біовідходів та компосту менша, ніж 0,2 т/м³, ківш грейферу повинен бути шести- або восьмипелюстковий, у разі більшої щільності – двощелеповий. Треба враховувати, що щільність матеріалу в процесі компостування збільшується з 0,2 т/м³ до (0,6-0,8) т/м³. Орієнтовно можна прийняти такі показники:

- після першого місяця компостування – 0,45 т/м³;
- після другого – 0,6 т/м³;
- після третього-четвертого – 0,7 т/м³.

План компостувальної станції з прикладом розміщення планованих основних відділень, об’єктів і споруд, наведено в Додатку Ж.

Рисунок 2.4 – Конвеєр стрічковий для компосту

Рисунок 2.5 – Перетрушувач компосту A.TOM 5300

2.4 Визначення параметрів основних процесів об'єкту оброблення біовідходів методом компостування

2.4.1 Формування аераційного режиму у бурті

У періоди між перемішуваннями свіже повітря надходить у бурт завдяки конвекції, так званому трубному ефекту. Нагріте і багате на CO_2 повітря в бурті прагне випаруватися вгору, а на його місце поступає холодніше і свіжіше повітря, головним чином з бокових сторін у основи бурту (рис. 2.6). Тому якіснішу компостну суміш можна отримати, коли різниця температури усередині бурту і зовнішнього повітря більш значна і вентиляція в бурті протікає інтенсивніше.

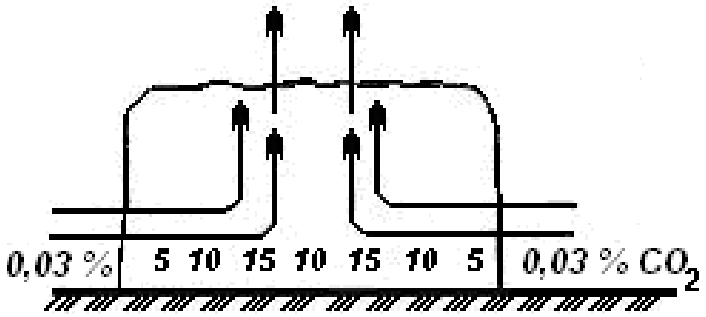


Рисунок 2.6 – Трубний ефект у бурті

У літній період не створюється достатньо сильного трубного ефекту в бурті і тому утворюються анаеробні ядра.

Для збереження хорошого трубного ефекту в бурті його ширину зменшують під час кожного перемішування.

Зовнішній шар за периферією бурту, особливо по його боках, зазвичай буває сухим, і в ньому не створюються умови для розвитку мікроорганізмів. З цієї причини дана зона залишається холодною. Безпосередньо за зовнішнім шаром створюються найбільш сприятливі умови для розвитку термофільних актиноміцетів. Із-за сильної аерації ферментація у цій зоні протікає швидко і матеріал майже «вигоряє». Утворюється сухий (вологість менше ніж 50%), сильно блідий шар, який називають «вигорілою» зоною бурту. Такий матеріал стає бідним за змістом живильних речовин.

На відміну від цих дуже добре аерованих зон, у основу бурту доступ повітря зазвичай буває недостатній, а вологість висока. У цих умовах протікають процеси, близькі до маслянокислого бродіння. Температура тут не перевищує 40°С-45°С; утворюється так зване анаеробне ядро.

В середині, тобто в центрі компостного бурту, створюються найсприятливіші умови для ферментації. У цій зоні є достатня кількість повітря, оптимальна вологість, температура швидко підвищується до (55-65)°С. Саме тут розмножуються термофільні мікроорганізми. Це так звана коричнева компостна зона – «зона білого горіння». У широких буртах і під час тривалого компостування розрізняють ще дві компостні зони – зони перегріву, розташовані у верхніх кутах на розрізі бурту по його довжині. У цих зонах температура часто досягає (72-82)°С.

Через декілька днів після формування компостного бурту компостна суміш осідає, бурт стає приблизно на 50 см нижче, у результаті цього збільшується щільність маси і знижується доступ кисню в центр бурту. Внаслідок випаровування води в процесі ферментації знижується також вологість матеріалу. В результаті цього погіршуються умови ферментації і виникає необхідність перемішування бурту. У оптимальному випадку перемішування бурту треба проводити наступним способом: матеріал різних зон треба розпушити і добре провітрити, додати воду, а також внести відповідні мінеральні добавки і знову формувати бурт; при цьому зони бурту розміщувати так: бокові частини бурут – з матеріалу, який знаходився в коричневій

зоні («зоні білого горіння»), сухі зони старого бурту, що перегоріли, укладати в основу нового бурту, а анаеробне «ядро» – в найбільш сприятливу зону, тобто в центр нового бурту, і завершити бурт матеріалом із старої коричневої зони (рис. 2.7). Новий бурт треба формувати на (10-20) см вужче старого для поліпшення повітряного режиму в ньому.

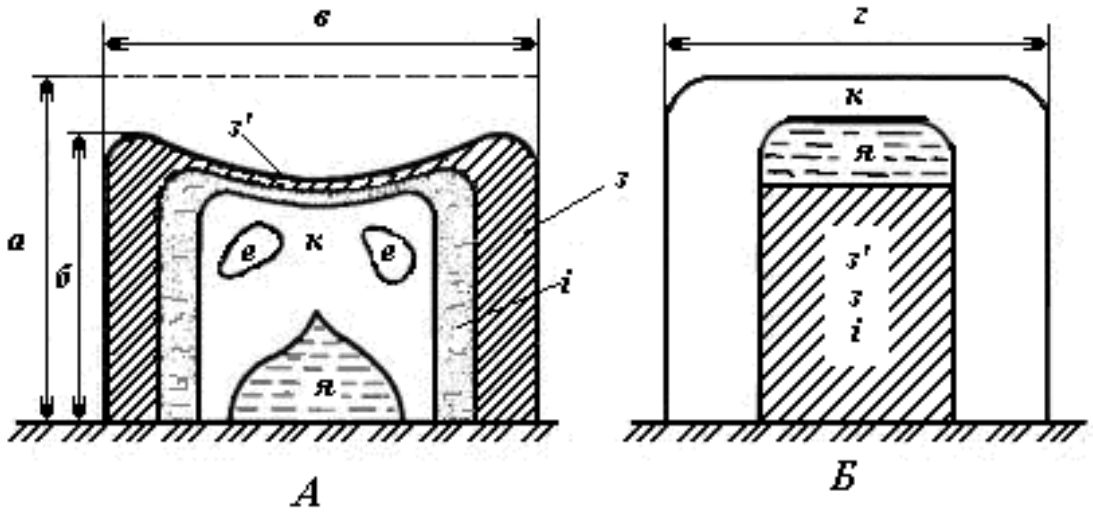


Рисунок 2.7 – Зональність у компостному бурті

А – поперечний розріз старого бурту; *Б* – поперечний розріз нового бурту, в якому зони старого бурту розміщені відповідним чином: *з* – суха і холодна зона; *з′* – холодна і іноді мокра зона; *і* – вигоріла (бліда) зона; *к* – коричнева (найбільш сприятлива) зона; *я* – анаеробне (із запахом) ядро; *е* – вигоріла зона; *а* – висота бурту безпосередньо після його формування; *б* – висота бурту перед його черговим перемішуванням; *в* – ширина старого бурту; г – ширина нового бурту (трохи менше ширини старого).

2.4.2 Зберігання готового компосту

Після завершення процесу компостування матеріал необхідно грейфером перевантажити у приймальний бункер сортувально-подрібнювального відділення, а потім пластинчастим живильником бункера – до грохоту з діаметром отворів сита 60 мм.

Готовий компост треба відправляти споживачу або на ділянку зберігання.

Ширину бурту, м, під час зберігання визначають за формулою:

$$A=\frac{L_k-2c-d}{2}, \tag{2.1}$$

де L_k – проліт крану, м;
c – відстань від колії до бурту, м;
d – ширина проїзду між буртами, м.

Довжину бурту при куті ухилу 45° визначають за формулою:

$$B=\frac{K_1\cdot П_{міс}}{(a-h_{ср})\cdot h_{ср}\cdot \gamma_{ср}}, \tag{2.2}$$

де K_1 – коефіцієнт, що ураховує засипання буртів інертним матеріалом (K_1=1,07);
$П_{міс}$ – місячна продуктивність ділянки, т;
a – ширина бурту, м;
$h_{ср}$ – середня висота бурту, м;
$\gamma_{ср}$ – середня щільність біовідходів у бурті, т/м³.

2.4.3 Порядок визначення пропорцій компонентів для приготування компостної суміші на основі біовідходів

Компостну суміш треба балансувати одночасно за поживними речовинами та вологістю з відносною оцінкою *s* відповідних масових кількостей органічного матеріалу за формулою:

$$s = \frac{M_{ow}}{M_{oCN}}\ , \tag{2.3}$$

де M_{ow} – масова кількість органічного матеріалу (як вологопоглинача) для збалансування вологості суміші, т;
M_{oCN} – масова кількість органічного матеріалу (як енергетичного компонента) для збалансування суміші за поживними речовинами.

M_{ow} треба визначати так:

$$M_{ow} = \frac{M_г(W_г - W_{см})}{W_{см} - W_o}, \tag{2.4}$$

де $W_г$, W_o – відповідно вологість органічної речовини біовідходів і органічної речовини добавки, %;
$W_{см}$ – технологічно задана вологість компостної суміші, %;
$M_г$ – масова кількість органічної речовини.

У свою чергу, M_{oCN}, визначають за формулою:

$$M_{oCN} = \frac{kM_г(100 - W_г)}{100 - W_o}, \tag{2.5}$$

де k – поправочний коефіцієнт, який враховує вміст поживних біогенних речовин у органічному матеріалі, треба розраховувати за формулою:

$$k = \frac{N_г k_{CN} - C_г}{C_o - N_o k_{CN}}, \tag{2.6}$$

де $N_г$, N_o – відповідно вміст азоту в сухій речовині органічної речовини і в органічному матеріалі, %;
$C_г$, C_o – відповідно вміст вуглецю в сухій речовині органічної речовини і в органічному матеріалі, %;
k_{CN} – оптимальне відношення вуглецю і азоту для ефективної життєдіяльності мікроорганізмів.

У разі, якщо s < 0,9, балансування суміші за вологістю треба проводити шляхом зволоження суміші під час змішування компонентів з уведенням води за масовою кількістю, що визначають за формулою:

$$M_в = \frac{M_{oCN}(W_{см} - W_o) - M_г(W_г - W_{см})}{100 - W_{см}}, \tag{2.7}$$

де $M_в$ – масова кількість води для зволоження суміші.

У разі, якщо s > 1,1, балансування суміші за вологістю треба проводити перед змішуванням компонентів шляхом уведення підсушеного рециркуляційного компосту з попереднім визначенням його вологості, масову кількість якого треба визначати за формулою:

$$M_{рк} = \frac{M_г(W_г - W_{см}) - M_{oCN}(W_{см} - W_o)}{W_{см} - W_{рк}}, \quad (2.8)$$

де $M_{рк}$ – масова кількість підсушеного рециркуляційного компосту, т;
$W_{рк}$ – вологість підсушеного рециркуляційного компосту, %.

У діапазоні значень 0,9 < s < 1,1 ніяких додаткових компонентів можна не уводити, бо суміш вважається збалансованою.

Перевірку технологічно заданої вологості підготовленої суміші з урахуванням визначених масових пропорцій компонентів можна зробити:

– у випадку зволоження компостної суміші:

$$W_{см} = \frac{M_г W_г + M_{oCN} W_o + M_b 100}{M_{см}}, \quad (2.9)$$

– у випадку введення рециркуляційного компосту або структурального компонента:

$$W_{см} = \frac{M_г W_г + M_{oCN} W_o + M_{pk} W_{pk}}{M_{см}}. \quad (2.10)$$

2.4.4 Визначення вологоємкості компостної суміші

Для розрахунку кількості води, необхідної для створення і підтримання вологості компостної суміші на рівні 60% від повної вологоємкості, треба:

- визначити повну вологоємкість компостної суміші,
- розрахувати кількість води, яку необхідно добавити, щоб забезпечити зволоження до 60% вологості від повної вологоємкості.

Повну вологоємкість треба визначати в металевих трубках діаметром 70 мм і висотою 140 мм, нижній кінець яких обтягнутий металевою сіткою з отворами діаметром 0,25 мм, на якій розміщено фільтрувальний папір.

Спеціальним буром треба вирізати моноліт компостної суміші, поршнем видавити його з буру, перенести в металеву трубку з сіткою і зважити на технічних терезах. Потім трубку треба помістити в фарфорову чашку та налити воду до мітки (30-50) мм.

Повноту насичення компостної суміші вологою треба перевіряти щодобовим зважуванням, для чого трубку з компостною сумішшю треба вийняти з посудини з водою, обережно вимочити фільтрувальним папером надлишки вологи і зважити. Одержання близьких результатів попереднього і наступного зважування (різниця не більше (0,05-0,12) г) вказує на встановлення постійної маси. Після цього компостну суміш з трубки треба перенести в фарфорову чашку, ретельно перемішати і з різних місць відібрати (10-15) г для визначення вмісту вологи. Зважену частину компостної суміші треба розмістити в таровану скляну бюксу і визначити масу бюкси з компостною сумішшю точністю до 0,01. Потім відкриту бюксу треба поставити у сушильну шафу та висушити компостну суміш при температурі (100-105)°С до постійної маси. Перший раз біомасу треба зважити після 6 годин висушування, наступні зважування треба проводити через кожні 2 години до постійної маси.

Повну вологоємкість, *ПВ*, треба розраховувати за формулою:

$$ПВ = [(в\text{-}с)/(с\text{-}а)] \cdot 100, \quad (2.11)$$

де *а* – маса пустої бюкси, г;
в – маса бюкси з компостною сумішшю до висушування, г;
с – маса бюкси з компостною сумішшю після висушування, г.

Повну вологоємкість для кожного зразка компостної суміші треба визначати тричі. Потім треба знайти кількість води, що необхідна для насичення компостної суміші до 60% від повної вологоємкості. Наприклад, якщо повна вологоємкість компостної суміші дорівнює 38,8%, то 60% від неї становить 23,2%, таким чином під час проведення дослідів для насичення біомаси до 60% від повної вологоємкості на кожний кілограм сухої біомаси потрібно добавляти 232 г /мл води.

РОЗДІЛ ІІІ. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ПОВОДЖЕННЯ З БІОВІДХОДАМИ В М. УЖГОРОД

3.1 Порівняльний фінансовий аналіз можливих варіантів поводження з біовідходами в м. Ужгород

Порівняльний фінансовий аналіз можливих для реалізації та впровадження варіантів поводження з біовідходами, в тому числі, відсортованими (роздільно зібраними) міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних побутових відходів (ПВ), отриманих в м. Ужгород, проведений для наступних трьох технічних рішень централізованого оброблення біовідходів методом компостування на станції компостування:

- варіант 1 (В1) – закрита система компостування біовідходів у тунелях;
- варіант 2 (В2) – комбінована система компостування біовідходів у буртах, що накриваються мембраною з металевим каркасом;
- варіант 3 (В3) – відкрита система компостування біовідходів у буртах з природньою аерацією.

Запровадження у м. Ужгород системи централізованого компостування роздільно зібраних біовідходів потребуватиме інвестицій у підготовку майданчика та в обладнання з оброблення, достатнє для перероблення до 1600 т біовідходів на рік. Показники генерального плану станції компостування за різними технічними рішеннями оброблення біовідходів наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники генерального плану станції компостування за різними технічними рішеннями оброблення біовідходів

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Проектний показник		
			В1	В2	В3
1	Площа земельної ділянки (потреба)	га	**0,67**	**0,67**	**0,77**
2	Площа споруди компостування	га	0,08	0,08	0,12
3	Площа складування товарного компосту	га	0,10	0,10	0,12
4	Площа автодоріг та доріг з твердим покриттям	га	0,32	0,32	0,36
5	Площа озеленення	га	0,17	0,17	0,17

Кошторисна вартість будівельних робіт станції компостування суттєво залежить від місцевих умов. Для розрахунків використано показники Збірників ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи[62]. Вартість може бути уточнена під час встановлення місцевих умов. Фонд заробітної плати прийнято за середньою заробітною платою в Закарпатській області з врахуванням прийнятої штатної чисельності станції компостування.

3.1.1 Фінансовий аналіз технічного рішення оброблення біовідходів за варіантом 1

Орієнтовний штатний розпис працівників станції компостування наведено в табл. 3.2.

Баланс електричної енергії станції компостування наведено в табл. 3.3, технічні показники станції компостування – в табл. 3.4.

Необхідні інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво станції компостування наведено в табл. 3.5.

[62] Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи (РЕКНр) // https://e-construction.gov.ua/laws_detail/2718383894184331215?doc_type=6

Таблиця 3.2 – Орієнтовний штатний розпис працівників станції компостування за варіантом 1

№ п/п	Посада	Кількість робітників, осіб
1	Начальник дільниці	1
2	Оператор	3
3	Приймальник	1
4	Ремонтний робітник	1
	Всього	**6**

Примітки: до функцій операторів входять формування буртів, дотримання співвідношення компонентів сировини для компостування та лабораторні дослідження основних показників, виконання моніторингу якості компосту.

Таблиця 3.3 – Баланс електричної енергії станції компостування за варіантом 1

№	Найменування	Кількість, МВт/рік	Вартість електричної енергії	
			Тариф, грн за кВт	Сума, млн. грн
1	Загальна потреба використання електроенергії на рік	24,0	1803,49	0,043

Примітки: Розрахунок здійснено на основі тарифу від 31.07.2023 р. для 2-го класу підприємств, а саме 1803,49 грн зв 1 кВт. Згідно розрахунку, загальне використання електроенергії для підприємства складатиме 24 МВт на рік при розрахунку навантаження 1,6 тис. т/рік.

Таблиця 3.4 – Технічні показники станції компостування за варіантом 1

№ п/п	Показник	Значення
1	Виробнича продуктивність станції компостування, т/рік	1 600
2	Кількість робочих змін/годин	1/8
3	Кількість робочих днів	250
4	Кількість робочих годин на рік	2000
5	Кількість біовідходів, що може бути перероблена, т/рік	1 600
6	Площа ділянки, яка необхідна для станції компостування, га	0,67
7	Кількість робочого персоналу, осіб	6
8	Терміни будівництва споруд станції компостування, міс	12

Таблиця 3.5 – Інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво станції компостування за варіантом 1

Найменування витрат	Кошторисна вартість,	
	млн. грн	млн. євро
Капітальні витрати на будівництво споруд станції компостування	6,4	0,159
В т.ч. витрати на будівельно-монтажні роботи	1,6	0,040
Витрати на проектування та авторський, технічний нагляд	1,3	0,032
Разом:	**7,7**	**0,191**

Примітки: станом на 31.07.2023 р. прийнято курс євро до гривні у розмірі 40,26 грн за 1 євро

3.1.2 Фінансовий аналіз технічного рішення оброблення біовідходів за варіантом 2

Орієнтовний штатний розпис працівників станції компостування наведено в табл. 3.6.

Баланс електричної енергії станції компостування наведено в табл. 3.7, технічні показники станції компостування – в табл. 3.8.

Необхідні інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво станції компостування наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.6 – Орієнтовний штатний розпис працівників станції компостування за варіантом 2

№ п/п	Посада	Кількість робітників, осіб
1	Начальник дільниці	1
2	Оператор	3
3	Приймальник	1
4	Ремонтний робітник	1
	Всього	**6**

Примітки: до функцій операторів входять формування буртів, дотримання співвідношення компонентів сировини для компостування та лабораторні дослідження основних показників, виконання моніторингу якості компосту.

Таблиця 3.7 – Баланс електричної енергії станції компостування за варіантом 2

№	Найменування	Кількість, МВт/рік	Вартість електричної енергії	
			Тариф, грн за кВт	Сума, млн. грн
1	Загальна потреба використання електроенергії на рік	16,0	1803,49	0,029

Примітки: Розрахунок здійснено на основі тарифу від 31.07.2023 р. для 2-го класу підприємств, а саме 1803,49 грн зв 1 кВт. Згідно розрахунку, загальне використання електроенергії для підприємства складатиме 16 МВт на рік при розрахунку навантаження 1,6 тис. т/рік.

Таблиця 3.8 – Технічні показники станції компостування за варіантом 2

№ п/п	Показник	Значення
1	Виробнича продуктивність станції компостування, т/рік	1 600
2	Кількість робочих змін/годин	1/8
3	Кількість робочих днів	250
4	Кількість робочих годин на рік	2000
5	Кількість біовідходів, що може бути перероблена, т/рік	1 600
6	Площа ділянки, яка необхідна для станції компостування, га	0,67
7	Кількість робочого персоналу, осіб	6
8	Терміни будівництва споруд станції компостування, міс	12

Таблиця 3.9 – Інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво станції компостування за варіантом 2

Найменування витрат	Кошторисна вартість,	
	млн. грн	млн. євро
Капітальні витрати на будівництво споруд станції компостування	6,10	0,152
В т.ч. витрати на будівельно-монтажні роботи	1,53	0,038
Витрати на проектування та авторський, технічний нагляд	1,20	0,030
Разом:	**7,30**	**0,182**

Примітки: станом на 31.07.2023 р. прийнято курс євро до гривні у розмірі 40,26 грн за 1 євро

3.1.3 Фінансовий аналіз технічного рішення оброблення біовідходів за варіантом 3

Орієнтовний штатний розпис працівників станції компостування наведено в табл. 3.10.

Баланс електричної енергії станції компостування наведено в табл. 3.11, технічні показники станції компостування – в табл. 3.12.

Необхідні інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво станції компостування наведено в табл. 3.13.

Таблиця 3.10 – Орієнтовний штатний розпис працівників станції компостування за варіантом 3

№ п/п	Посада	Кількість робітників, осіб
1	Начальник дільниці	1
2	Оператор	3
3	Приймальник	1
4	Ремонтний робітник	1
	Всього	**6**

Примітки: до функцій операторів входять формування буртів, дотримання співвідношення компонентів сировини для компостування та лабораторні дослідження основних показників, виконання моніторингу якості компосту.

Таблиця 3.11 – Баланс електричної енергії станції компостування за варіантом 3

№	Найменування	Кількість, МВт/рік	Вартість електричної енергії	
			Тариф, грн за кВт	Сума, млн. грн
1	Загальна потреба використання електроенергії на рік	3,20	1803,49	0,006

Примітки: Розрахунок здійснено на основі тарифу від 31.07.2023 р. для 2-го класу підприємств, а саме 1803,49 грн зв 1 кВт. Згідно розрахунку, загальне використання електроенергії для підприємства складатиме 3,2 МВт на рік при розрахунку навантаження 1,6 тис. т/рік.

Таблиця 3.12 – Технічні показники станції компостування за варіантом 3

№ п/п	Показник	Значення
1	Виробнича продуктивність станції компостування, т/рік	1 600
2	Кількість робочих змін/годин	1/8
3	Кількість робочих днів	250
4	Кількість робочих годин на рік	2000
5	Кількість біовідходів, що може бути перероблена, т/рік	1 600
6	Площа ділянки, яка необхідна для станції компостування, га	0,77
7	Кількість робочого персоналу, осіб	6
8	Терміни будівництва споруд станції компостування, міс	12

Таблиця 3.13 – Інвестиційні (капітальні) витрати на будівництво станції компостування за варіантом 3

Найменування витрат	Кошторисна вартість,	
	млн. грн	млн. євро
Капітальні витрати на будівництво споруд станції компостування	4,48	0,111
В т.ч. витрати на будівельно-монтажні роботи	1,12	0,028
Витрати на проектування та авторський, технічний нагляд	1,00	0,025
Разом:	**5,48**	**0,136**

Примітки: станом на 31.07.2023 р. прийнято курс євро до гривні у розмірі 40,26 грн за 1 євро

3.1.4 Порівняльний фінансовий аналіз різних технічних рішень оброблення біовідходів

Порівняльний фінансовий аналіз можливих для реалізації та впровадження трьох варіантів поводження з біовідходами, в тому числі, відсортованими (роздільно зібраними) міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних побутових відходів (ПВ), отриманих в м. Ужгород, наведений в табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Порівняльний фінансовий аналіз різних варіантів поводження з біовідходами в м. Ужгород (станом на початок експлуатації станції компостування, 2025 рік)

№	Характеристика показників	Од. вим.	В1	В2	В3
1	Обсяг утворених відходів, що надходить на станцію компостування для оброблення	т/рік	1 600	1 600	1 600
2	Обсяг отриманого товарного компосту (40% від п.1)	т/рік	640	640	640
3	Обсяг відсіву (інертних матеріалів), які залишаються після оброблення біовідходів та підлягають захороненню на полігоні ПВ (15% від п. 1)	т/рік	240	240	240
4	Обсяг витрат вологи (фільтрат, випаровування суміші) в процесі оброблення біовідходів (45% від п.1)	т/рік	640	640	640
5	Інсталяційна потужність обладнання станції компостування	кВт·т	15	10	2
6	Обсяги споживання електричної енергії на рік (п. 5 та п. 1)	кВт/рік	24 000	16 000	3 200
7	Обсяги споживання води станцією компостування для технологічних та господарсько-питних потреб	$м^3$/рік	600	600	600
8	Штатна чисельність робітників станції компостування (1 начальник, 6 операторів, 1 приймальник, 2 ремонтних робітника)	осіб	6	6	6
9	Капітальні витрати на будівництво споруд станції компостування, підготовку майданчика	млн. грн	6,40	6,10	4,48
10	Капітальні витрати на придбання машин та механізмів	млн. грн	8,96	7,68	6,72
11	Капітальні витрати на проєктування, авторський та технічний нагляд	млн. грн	1,3	1,2	1,0
12	Операційні витрати споживання води станцією компостування для технологічних та господарсько-питних потреб:				
12.1	– на централізоване водопостачання	млн. грн/рік	0,013	0,013	0,013
12.2	– на централізоване водовідведення	млн. грн/рік	0,008	0,008	0,008
13	Операційні витрати на технічне обслуговування	млн. грн/рік	0,133	0,133	0,133
14	Операційні витрати на експлуатацію машин та механізмів	млн. грн/рік	0,398	0,398	0,398
15	Операційні витрати на заробітну плату (в тому числі, відрахування на соціальні заходи)	млн. грн/рік	1,2	1,2	1,2
16	Операційні витрати на електроенергію	млн. грн/рік	0,043	0,029	0,006
17	Операційні витрати на транспортні послуги	млн. грн/рік	0,06	0,06	0,06
18	Витрати на лабораторні послуги та моніторинг якості продукції	млн. грн/рік	0,2	0,2	0,2
19	**Всього Капітальні витрати**	**млн. грн**	**16,66**	**14,98**	**12,20**

№	Характеристика показників	Од. вим.	В1	В2	В3
20	**Всього Операційні витрати**	**млн. грн/рік**	**2,05**	**2,04**	**2,02**
22	**Собівартість товарного компосту**	**грн/т**	**3210,00**	**3188,13**	**3152,19**
23	Показник рівня оброблення біовідходів	%	85	85	85
24	Показник рівня захоронення відходів	%	15	15	15
25	**Дохід від роздрібного продажу**	**млн. грн/рік**	**0,64**	**0,64**	**0,64**
26	**Тариф на послугу оброблення біовідходів (в т.ч., відходів від зелених насаджень)**	**грн/т**	**884,00**	**875,25**	**860,88**

За результатами порівняльного фінансового аналізу можливих для реалізації та впровадження в м. Ужгород варіантів технічних рішень поводження з біовідходами, в тому числі, відсортованими (роздільно зібраними) міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ, отриманих в м. Ужгород, встановлено:

- показник рівня оброблення біовідходів за всіма варіантами технічних рішень оброблення становить 85%, відповідно рівень захоронення відходів знижується до 15% за рахунок вилучення біовідходів;
- в залежності від обраного варіанту технічного рішення оброблення біовідходів витрати на компостування на початок реалізації проекту складатимуть приблизно від 860,88 до 884,00 грн/т (без врахування планованого прибутку);
- менші витрати на компостування потребує найпростіше технічне рішення оброблення біовідходів – відкрита система компостування у буртах з природньою аерацією;
- витрати на компостування за будь-яким варіантом технічного рішення оброблення прямо залежать від обсягів перероблених біовідходів та поступово можуть бути зменшені відповідно при збільшенні обсягів перероблення біовідходів, в тому числі, за рахунок прийому допустимого обсягу біовідходів сусідніх громад та можливості реалізації готового компосту з метою отримання прибутку (дохід від роздрібного продажу продукції може становити до 0,64 млн. грн/рік).

ВИСНОВКИ ДО ЧАСТИНИ ІІ

За результатами проведення робіт за Етапом ІІ дослідження «Оцінка технічних можливостей, фінансовий аналіз та техніко-економічне обґрунтування системи для роздільного збору вторинної сировини», частина ІІ «Техніко-економічне обґрунтування найбільш підходящого технічного рішення для поводження з органічними відходами, відсортованими міськими та комерційними зеленими відходами в м. Ужгород» **можливо зробити наступні висновки:**

1) система поводження з міськими та комерційними біовідходами, в тому числі, відходами від зелених насаджень та іншими відходами, що біологічно розкладаються, включає комплекс заходів із їх збирання, перевезення та оброблення (відновлення та видалення) відповідно на створених об'єктах оброблення відходів. Для якісної підготовки до оброблення біовідходи не повинні змішуватися з іншими видами відходів або матеріалів, що мають різні властивості, тобто збиратися окремо. Роздільне збирання біовідходів має передувати етапу їх оброблення, що надалі сприятиме забезпеченню ефективності всього подальшого процесу оброблення;
2) одним із пріоритетних напрямків у розвитку сфери поводження з біовідходами, в тому числі, окремо зібраних міських та комерційних відходів від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ, в м. Ужгород є використання методів біологічного оброблення (анаеробної ферментації та аеробного компостування), які дозволяють зменшити обсяг відходів з отриманням цільових продуктів (в т.ч., повернення частини органічних матеріалів у повторне використання) і значно знизити кількість відходів, які підлягають захороненню на сміттєзвалищах та полігонах ПВ;
3) виходячи з характеристик найпоширеніших методів оброблення біовідходів, наявного обсягу утворення та складу компонентів біовідходів в м. Ужгород, використання технології анаеробної ферментації біовідходів для умов м. Ужгород є недоцільним через наявність особливих вимог до експлуатації таких установок і високі витрати на впровадження та подальшу експлуатацію. Проте в довгостроковій перспективі при встановленні економічної доцільності впровадження методу анаеробного зброджування біовідходів можливе;
4) станом на 2023 рік оптимальним методом поводження з роздільно зібраними біовідходами для втілення в м. Ужгород, є більш простий, проте з більшою відповідністю вимогам екологічної безпеки та з найнижчим рівнем капіталовкладень і операційних витрат у порівнянні із альтернативними способами оброблення відходів – метод компостування;
5) незважаючи на простоту методу компостування, його здійснення потребує дотримання відповідних вимог до процесу та моніторингу (підготовка біовідходів, поетапне управління розкладанням (аерація буртів, підтримання рівня вологості, ворошіння буртів), рафінування готового компосту (просіювання та виділення забруднень), здійснення заходів щодо мінімізації різних викидів (запаху, шуму, мікроорганізмів, рідини, газів);
6) враховуючи, що діапазон технологій компостування надзвичайно широкий та охоплює від простих до складних у технічному відношенні і з точним управлінням, для реалізації та впровадження в м. Ужгород проведений порівняльний аналіз трьох можливих технічних рішень централізованого компостування біовідходів:
   - закрита система компостування у тунелях (закритих рядах);
   - комбінована система компостування у накритих буртах (металевими листами, мембраною з металевим каркасом);
   - відкрита система компостування у буртах з аерацією;
7) запровадження у м. Ужгород системи централізованого компостування роздільно зібраних біовідходів потребуватиме інвестицій у будівництво станції компостування, потужністю 1600 т біовідходів на рік, розрахунками встановлено орієнтовний

штатний розпис працівників, баланс електричної енергії, технічні показники станції компостування та необхідні інвестиційні (капітальні) витрати на її будівництво за різними технічними рішеннями;

8) за результатами порівняльного фінансового аналізу можливих для реалізації та впровадження в м. Ужгород варіантів технічних рішень поводження з біовідходами, в тому числі, відсортованими (роздільно зібраними) міськими та комерційними відходами від зелених насаджень та частини біовідходів зі змішаних ПВ, отриманих в м. Ужгород, отримано, що в залежності від обраного варіанту технічного рішення оброблення біовідходів витрати на компостування на початок реалізації проекту складатимуть приблизно від 860,88 до 884,00 грн/т (без врахування планованого прибутку). Для порівняння в державах ЄС витрати на компостування складають 1 098-2 562 грн/т (30-70 євро/т), менші витрати на компостування потребує найпростіше технічне рішення оброблення біовідходів – відкрита система компостування у буртах з природньою аерацією;
9) співробітництво територіальних громад в будь-якій галузі – це інструмент, завдяки якому громади можуть залучити додаткові кошти та реалізувати великі проєкти, які не можуть реалізувати самостійно, підвищити якість надання послуг та отримати додатковий дохід. Задля успішності реалізації проєкту необхідне детальне планування, розрахунок можливих ризиків, складання договору та успішна комунікація між громадами. На первинному етапі впровадження системи поводження з відходами сусідні громади можуть бути враховані як потенційна територія охоплення послугою, тому що будівництво об'єкту оброблення відходів буде більш сприятливе економічно за умови обслуговування прилеглих громад. Необхідно провести детальний аналіз альтернативних варіантів планування раціональної моделі системи управління побутовими відходами в рамках кожної з територіальних громад, при цьому кордони взаємодії повинні охопити достатній обсяг ресурсів та оптимально використати переваги близького взаємного розташування;
10) витрати на компостування за будь-яким варіантом технічного рішення оброблення прямо залежать від обсягів перероблених біовідходів та поступово можуть бути зменшені відповідно при збільшенні обсягів перероблення біовідходів, враховуючи наявність великої частки біовідходів у складі ПВ, в тому числі, за рахунок прийому допустимого обсягу біовідходів сусідніх громад та можливості реалізації готового компосту з метою отримання прибутку (дохід від роздрібного продажу продукції може становити до 0,64 млн. грн/рік).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року.
2. Директива Європейського Парламенту «Про захист навколишнього середовища та, зокрема, ґрунтів при використанні осадів стічних вод у сільському господарстві» (86/278/ЄЕС).
3. Директива Європейського Парламенту «Про небезпечні відходи» (91/689/ЄЕС, 94/31 ЄС).
4. Директива Європейського Парламенту «Про небезпечні речовини, які знаходяться в батарейках та акумуляторах» (91/157/ЄЕС).
5. Директива Європейського Парламенту «Про батарейки і акумулятори, що відслужили» (2006/66/ЄС).
6. Директива Європейського Парламенту «Про відпрацьовані мастила» (75/439/ЄС).
7. Нагляд та контроль за транскордонним перевезенням відходів (Регламент 259/93/ЄЕС).
8. Директива Європейського Парламенту «Про тару та відходи тари» (94/62/ЄС, 2004/12 ЄС).
9. Директива Європейського «Парламенту Про відходи електричного та електронного обладнання» (2002/96/ЄС).
10. Директива Європейського Парламенту «Про полігони для відходів» (1999/31/ЄС).
11. Директива Європейського Парламенту «Про спалювання відходів» (2000/76/ЄС).
12. Директива Європейського Парламенту «Про спалювання небезпечних відходів» (94/67/ЄС).
13. Директива Європейського Парламенту «Про статистичні дані про відходи» (2150/2002/ЄС).
14. Директива Європейського Парламенту «Про утилізацію відпрацьованих мастил» (75/439/ЄЕС).
15. Директива Європейського Парламенту «Щодо обмеження викидів деяких забруднювачів в повітря великими спалювальними підприємствами» (2001/80/ЄС).
16. Директива Європейського Парламенту «Про звітність» (91/692/ЕЄС).
17. Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані. Підписана 13 листопада 1979 р., ратифікована 29 квітня 1980 р.
18. Конвенція про зміну клімату. Підписана 11 червня 1992 р., ратифікована 29 жовтня 1996 р.
19. Конвенція про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті. Підписана 26 лютого 1991 р., ратифікована 19 березня 1999 р.
20. Конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням (Базельська конвенція). Підписана, ратифікована 1 липня 1999 р.
21. Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступу до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська Конвенція). Підписана 25 червня 1998 р., ратифікована 6 липня 1999 р.
22. «Про охорону навколишнього природного середовища». Закон України від 25 червня 1991 р. № 1264-XII.
23. «Про систему громадського здоров'я». Закон України від 06 вересня 2022 р. № 2573-IX.
24. «Про охорону атмосферного повітря». Закон України від 16 жовтня 1992 року №2707-XII.
25. «Про управління відходами». Закон України від 20.06.2022 року № 2320-IX.
26. «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами». Закон України від 14 вересня 2000 р. № 1947-III.
27. «Про благоустрій населених пунктів». Закон України від 6 вересня 2005 р. № 2807-IV.
28. ДК-005-96 «Державний класифікатор відходів». Держстандарт України. – К.: 1996.
29. «Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2023 р. № 1102.
30. «Правила надання послуги з управління побутовими відходами та типових договорів про надання послуги з управління побутовими відходами». Постанова КМУ від 08.08.2023 р. № 835.
31. «Про заходи щодо збору, переробки та утилізації використаної тари й упаковки».

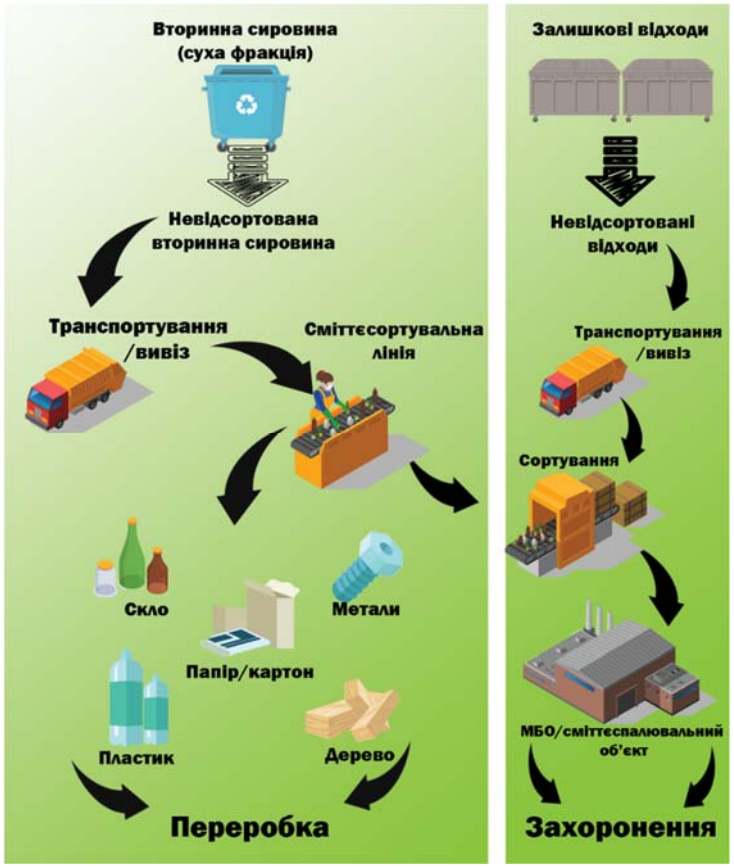
Постанова Кабінету Міністрів України від 2 березня 1998 року № 261.
32. «Про основні напрямки державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки». Постанова Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. № 188/98.
33. «Про затвердження положення про державну систему моніторингу довкілля». Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391.
34. «Про затвердження порядку ведення реєстру місць видалення відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1216.
35. «Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів». Постанова Кабінету Міністрів України № 1217 від 3 серпня 1998 р.
36. «Деякі питання подання декларації про відходи». Постанова Кабінету Міністрів України № 556 від 7 травня 2022 р.
37. «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 31 серпня 1998 р. №1360.
38. «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120.
39. «Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 1 листопада 1999 р. № 2034.
40. «Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами». Постанова Кабінету Міністрів від 4 березня 2004 р. № 265.
41. «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів». Постанова Верховної Ради України від 24.12.1999 р. №1359-XIV.
42. «Про затвердження Порядку формування середньозваженого тарифу на послугу з управління побутовими відходами, а також тарифів на збирання, перевезення, відновлення та видалення побутових відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 26 вересня 2023 р. N 1031.
43. «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності у сфері благоустрою населених пунктів, галузі поховання і сфері вивезення побутових відходів та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю)». Постанова Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 р. N 1048.
44. «Про затвердження Форми звітності №1-ТПВ та Інструкції щодо заповнення форми звітності №1-ТПВ «Звіт про поводження з твердими побутовими відходами»». Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 19.09.2006 №308.
45. «Про затвердження Переліку небезпечних властивостей та інструкцій щодо контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням». Наказ Мінекоресурсів України від 16 жовтня 2000 р. № 165.
46. «Про Національну стратегію поводження з твердими побутовими відходами в Україні». Розпорядження Кабінету Міністрів від 08.11.2017 р. № 820-р.
47. «Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 16.02.2010 №39.
48. СОУ ЖКГ «Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 30.03.2010 №78.
49. «Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 07.06.2010 № 176.
50. «Правила визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 30.07.2010 №259.
51. «Правила експлуатації полігонів побутових відходів», затверджені наказом Мінбуду України від 01.12.2010 №435.

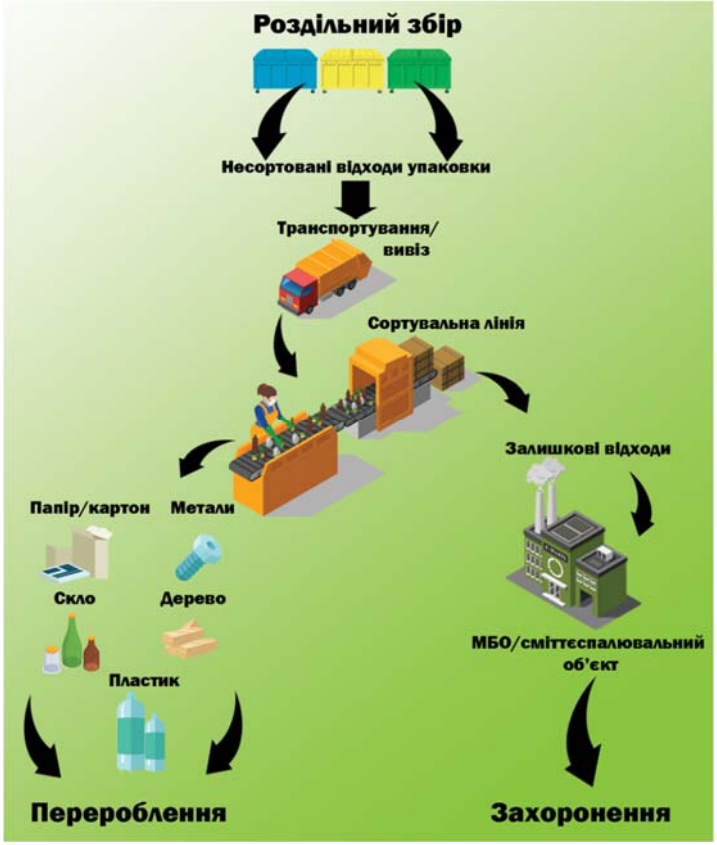
52. СОУ ЖКГ «Побутові відходи. Біогаз полігонів побутових відходів, що використовується у когенераційних установках», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 31.12.2010 №484.
53. СОУ ЖКГ «Побутові відходи. Технологія перероблення відходів пластмас, паперу та картону, що є у складі твердих побутових відходів», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 31.12.2010 №485.
54. СОУ ЖКГ «Побутові відходи. Технологія перероблення відходів скла, що є у складі твердих побутових відходів», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 31.12.2010 №486.
55. «Рекомендації з розроблення технологічних карт з утримання зелених насаджень», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 24.11.2008 № 364.
56. «Методичні рекомендації щодо обліку зелених насаджень у населених пунктах України», затверджені наказом Мінбуду України від 22.11.2006 № 386.
57. «Методика визначення обсягів фінансування на утримання 1 га зелених насаджень», затверджена наказом Мінбуду України від 09.01.2007 №2.
58. «Положення про систему моніторингу зелених насаджень у містах і селищах міського типу України», затверджене наказом Мінжитлокомунгоспу України від 04.08.2008 №240.
59. «Форма звітності №1 (річна) «Звіт про зелене господарство» та Інструкція щодо заповнення форми звітності №1 (річна) «Звіт про зелене господарство», затверджені наказом Мінжитлокомунгоспу України від 24.12.2008 №401.
60. «Методика визначення відновної вартості зелених насаджень», затверджена наказом Мінжитлокомунгоспу України від 12.05.2009 № 127.
61. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».
62. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування» (зміна №1, №2).
63. ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій територій» (зміна №1, №2, №3).
64. ДСТУ-Н Б Б.2.2-7:2013 «Настанова з улаштування контейнерних майданчиків».
65. ДСТУ EN 1501-1:2019 «Сміттєвози та їхні підіймальні пристрої. Загальні технічні вимоги та вимоги щодо безпеки. Частина 1. Сміттєвози з тильним завантаженням» (EN 1501-1:2011 + A1:2015, IDT).
66. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
67. ДСТУ 8727:2017 «Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод».
68. ДСТУ 8476:2015 «Контейнери для побутових відходів. Загальні технічні вимоги».
69. ДСТУ EN 15359:2018 «Тверде відновлювальне паливо (SRF). Технічні характеристики та класи» (EN 15359:2011, IDT).
70. Державні санітарні норми та правила утримання територій населений місць. Затверджено наказом МОЗ України від 17.03.2011 № 145.
71. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом МОЗ Украхни від 19.06.1996 року № 173.
72. ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Будинки і споруди. Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування».
73. «Про затвердження Методичних рекомендацій із формування громадської думки щодо екологобезпечного поводження з побутовими відходами», наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16.02.2010 р. № 38.
74. Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій, затверджених Державним комітетом України з питань житлово-комунального господарства від 17.05.2005 р. № 76.
75. «Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України». Затверджено наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006 р. № 105.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А.
ВАРІАНТИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ (В Т.Ч. РОЗДІЛЬНО ЗІБРАНОЮ ВТОРИННОЮ СИРОВИНОЮ) В М. УЖГОРОД

Варіант «Механіко-біологічне оброблення залишкових відходів»	
Технологічна схема	**Опис**
	Збір відходів: побутові відходи збираються самостійно домогосподарствами у вигляді змішаних залишкових відходів (вторинна сировина збирається в окремі контейнери) з використанням призначених для цього контейнерів (за ДСТУ 8476:2015) або пакети. Для цієї мети придатні мобільні контейнери для відходів типу КМП класів 2-4 і для невеликих об'ємів – пакети або мішки, які можуть також застосовуватися і для планово-подвірної системи збирання відходів. **Транспортування відходів:** вивезення всіх зібраних відходів проводиться, як правило, одним з цілого ряду можливих спеціально обладнаних сміттєзбиральних автомобілів. Існують сміттєвози з заднім, переднім і боковим завантаженням в різних модифікаціях, які підбираються з урахуванням фактичних місцевих умов. Вивезення відходів до об'єкту механіко-біологічного оброблення здійснюється цими ж автомобілями (збиральні сміттєвози). Чим менше відстань перевезення відходів, тим вище ефективність всієї системи. **Оброблення відходів:** відходи піддаються обробленню на об'єкті механіко-біологічного оброблення з використанням механічних і біологічних процесів з метою зменшення ваги і обсягу відходів, а також їх стабілізації для вивезення на місце видалення відходів. При обробленні з потоку відходів механічними способами відокремлюються метали і висококалорійні фракції. Біологічні процеси (гниття або зброджування) забезпечують сушку і біологічне розкладання відходів, сприяючи їх стабілізації. Залежно від технологічної моделі на виході утворюються або стабілізовані відходи (при механіко-біологічному обробленні), що вивозяться на місце видалення відходів, або стабілізоване вторинне паливо (при стабілізаційному обробленні). Отримана вторинна сировина повертається на відповідні промислові підприємства, а стабілізовані і залишкові відходи видаляються на полігони для безпечних відходів

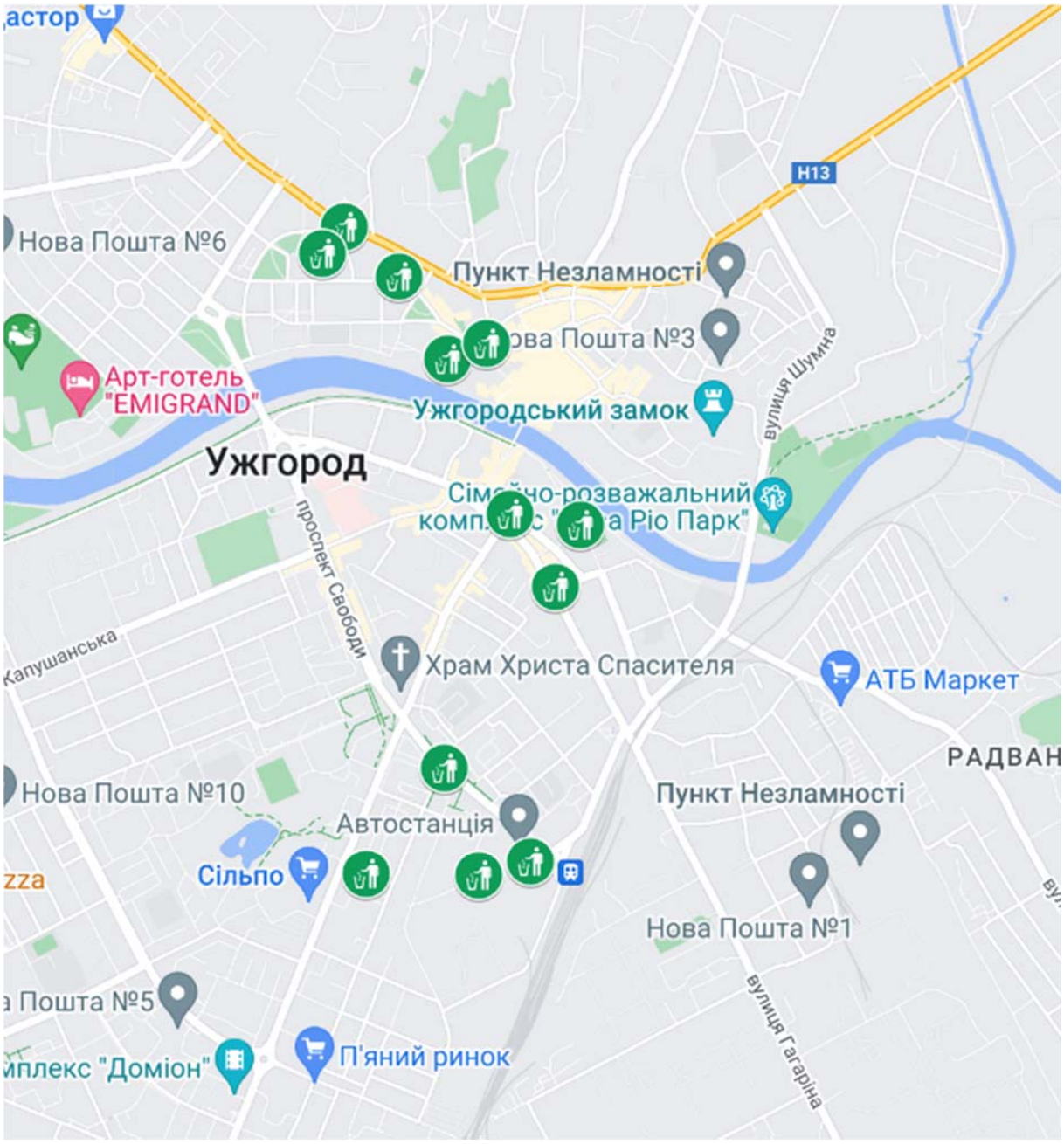
Варіант «Роздільний збір вторинної сировини (в один контейнер)»	
Технологічна схема	**Опис**
	**Збирання**: роздільне збирання вторинної сировини дозволяє суттєво скоротити об'єм відходів, який надходить в місця їх видалення. Так звані контейнери «суха фракція (вторинна сировина)» представляють собою прийнятну і недорогу систему збору різних видів вторинної сировини. За своїм принципом ця система передбачає збір двох фракцій відходів: 1) сухої вторинної сировини і 2) залишкових змішаних відходів. Для збору вторинної сировини можуть застосовуватися різні ємності, наприклад, мобільні контейнери для відходів типу КМП або КСС класів 1-4 за ДСТУ 8476:2015, пакети або мішки. Можливе також використання спеціальних контейнерів-накопичувачів. **Перевезення** вторинної сировини, як правило, відбувається в сміттєвозах з заднім або бічним завантаженням. При цьому вторсировину доцільно вивозити сміттєвозами безпосередньо на сортувальну лінію. **Оброблення**: на сортувальній лінії (розташована в комплексі МБО) відбувається поділ відходів на різні фракції за допомогою різних механічних і ручних процесів, а також частково або повністю автоматизованих сортувальних операцій. До найважливіших фракцій відносяться склобій, макулатура/картон, деревина, чорні метали, кольорові метали і пластикові матеріали. Залежно від ринкового попиту фракції макулатури, чорних і кольорових металів можна піддавати додатковому сортуванню за сортами. Оброблення залишкових змішаних відходів проводиться із застосуванням всіх технологічних стадій МБО.

Варіант «Роздільний збір вторинної сировини (в окремі контейнери)»	
Технологічна схема	**Опис**
	**Збирання:** роздільне збирання вторинної сировини дозволяє суттєво скоротити об'єм відходів, який надходить в місця видалення. Для збору вторинної сировини можуть застосовуватися різні ємності, наприклад, мобільні контейнери для відходів типу КМП або КСС класів 1-4 за ДСТУ 8476:2015, пакети або мішки. Можливе також використання спеціальних контейнерів-накопичувачів. **Перевезення** вторинної сировини, як правило, відбувається в сміттєвозах з заднім або бічним завантаженням, іноді з переднім завантаженням. Великі контейнерні системи і контейнери для збору відходів перевозяться спеціальними автомобілями, які оснащені відповідної ходовою частиною та підйомно-розвантажувальними пристроями. Модель сміттєвоза обирають в залежності від місцевих умов. При цьому вторсировину доцільно вивозити сміттєвозами безпосередньо на сортувальну лінію. **Оброблення**: на сортувальній лінії (розташована в комплексі МБО) відбувається поділ відходів на різні фракції за допомогою різних механічних і ручних процесів, а також частково або повністю автоматизованих сортувальних операцій. До найважливіших фракцій відносяться склобій, макулатура / картон, деревина, чорні метали, кольорові метали і пластикові матеріали. Залежно від ринкового попиту фракції макулатури, чорних і кольорових металів можна піддавати додатковому сортуванню за сортами. Оброблення залишкових змішаних відходів проводиться із застосуванням всіх технологічних стадій МБО.

Варіант «Компостування роздільно зібраних біовідходів»	
Технологічна схема	**Опис**
	Збирання: для збору біовідходів придатні мобільні контейнери за ДСТУ 8476:2015 і – особливо для невеликих обсягів – пакети або мішки. **Перевезення:** вивіз зібраних біовідходів відбувається, як правило, сміттєвозами з заднім або боковим завантаженням. Модель сміттєвоза підбирають з урахуванням фактичних місцевих умов. Вивезення біовідходів на майданчик для компостування здійснюється цими ж автомобілями. Чим менше відстань перевезення відходів, тим вище ефективність всієї системи. Для збору і перевезення великих обсягів біовідходів (обрізки дерев і чагарників, садово-городніх та харчових відходів) можуть також застосовуватися роликові контейнери, а також безпосередньо причепи з рухомим днищем. **Оброблення:** біовідходи вивозяться на майданчик для компостування з метою виробництва з них товарного компосту, який може використовуватись для поліпшення ґрунту в сільському господарстві або інших сферах. При сортуванні матеріалу до і після компостування з відходів вилучають інертні фракції і залишкову вторинну сировину. Залежно від площі майданчика для компостування та інших місцевих умов можуть застосовуватися технології відкритого або закритого компостування. Крім компосту, як головного товарного продукту, в даному процесі утворюються залишкові відходи, що обробляються механіко-біологічним способом або термічним способом (альтернативний варіант). Залишкові відходи від компостування можуть використовуватися для спорудження якісного покриття на полігонах

ДОДАТОК Б.
СИСТЕМИ ПІДЗЕМНИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Рекомендовані місця встановлення підземних контейнерів на території м. Ужгород[63]



– місце встановлення підземного контейнеру

[63] http://surl.li/latyb

ДОДАТОК В.
ВАРІАНТИ ВСТАНОВЛЕННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ МАЙДАНЧИКІВ З ПІДЗЕМНИМИ КОНТЕЙНЕРАМИ З ВРАХУВАННЯМ РОЗТАШУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ У М. УЖГОРОД

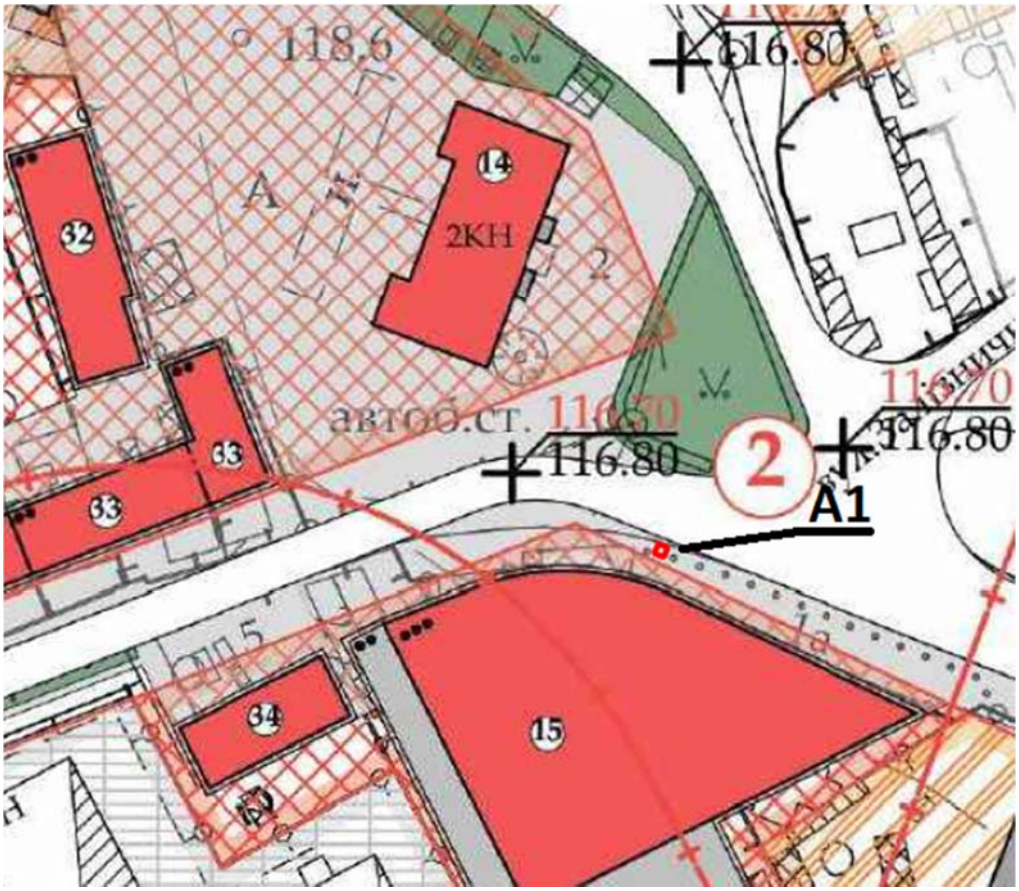


Рисунок В.1

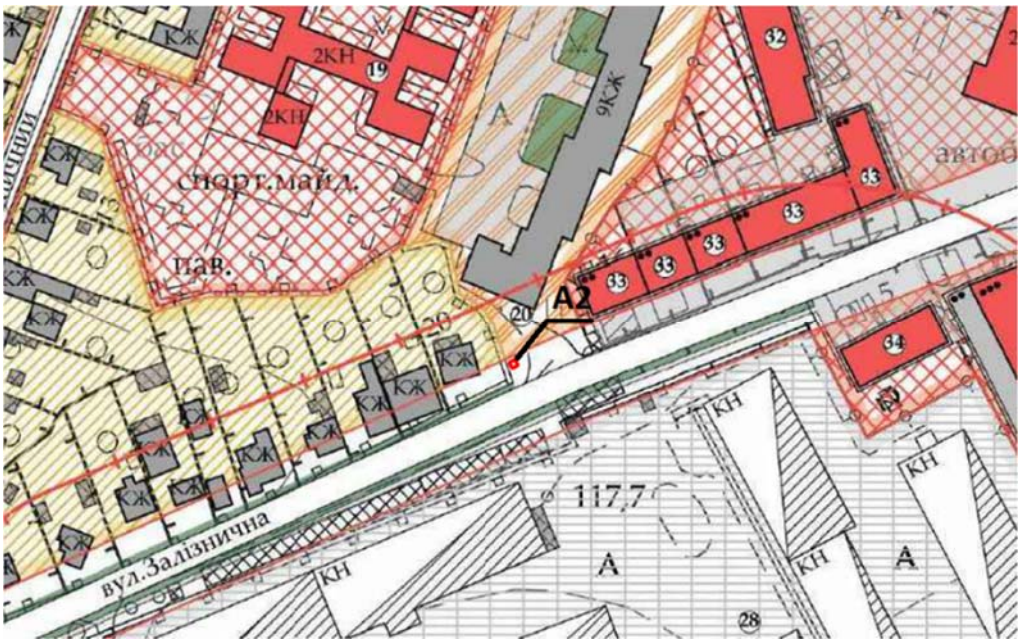


Рисунок В.2

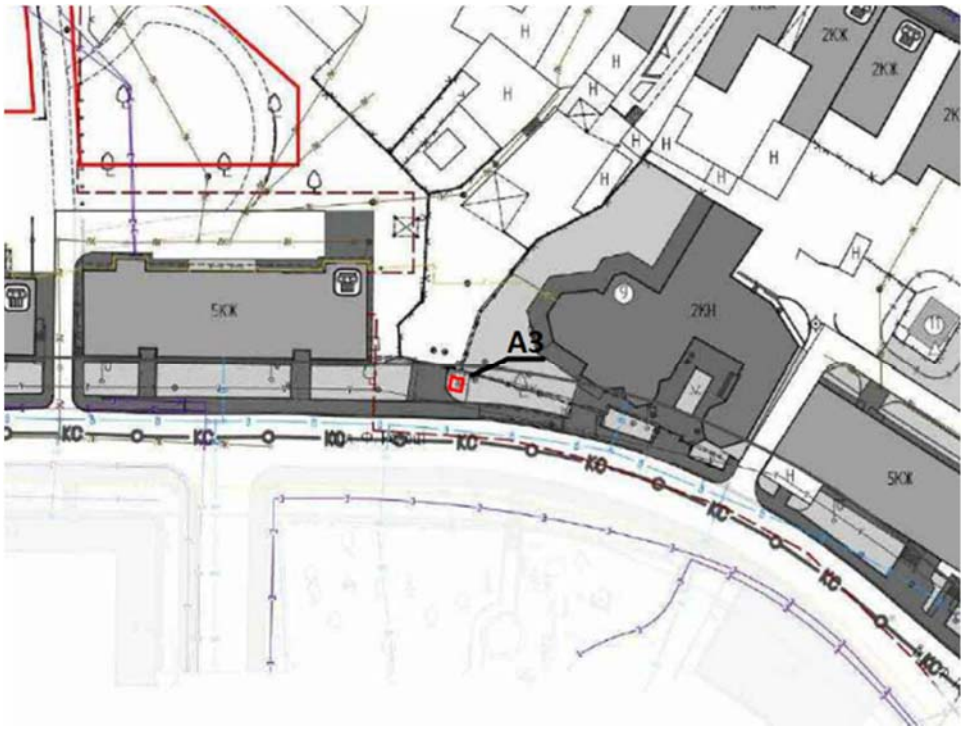


Рисунок В.3

Рисунок В.4

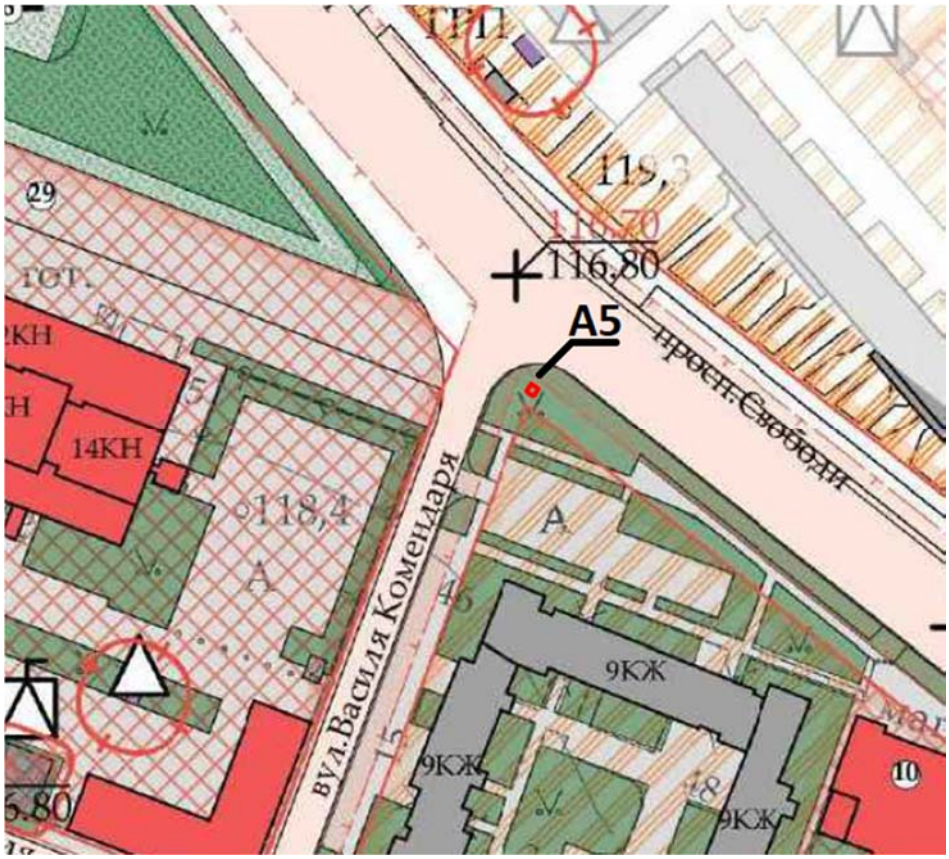


Рисунок В.5

Рисунок В.6

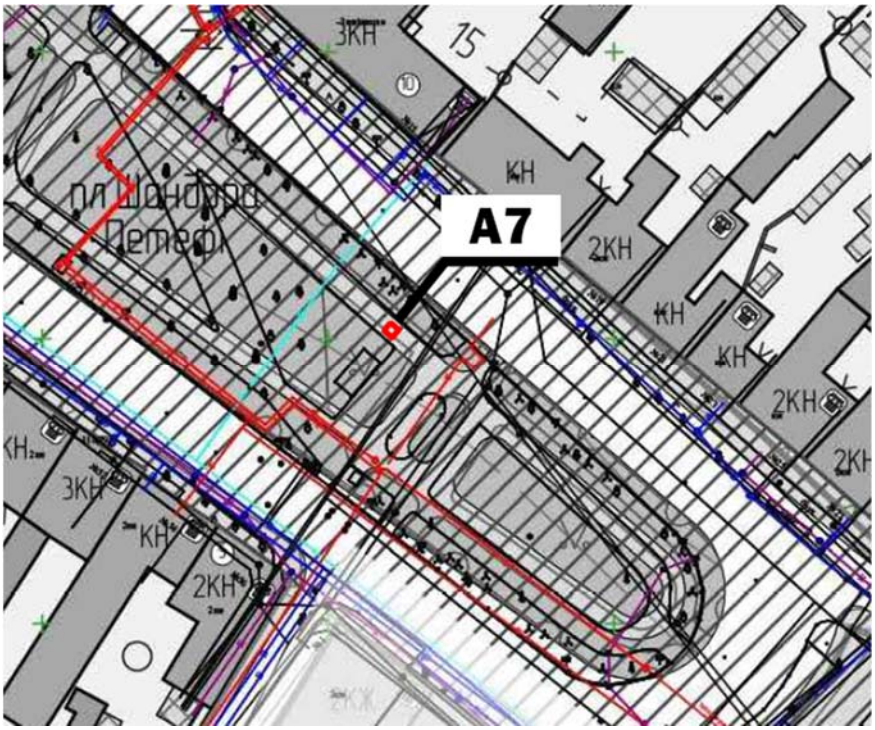


Рисунок В.7

Рисунок В.8

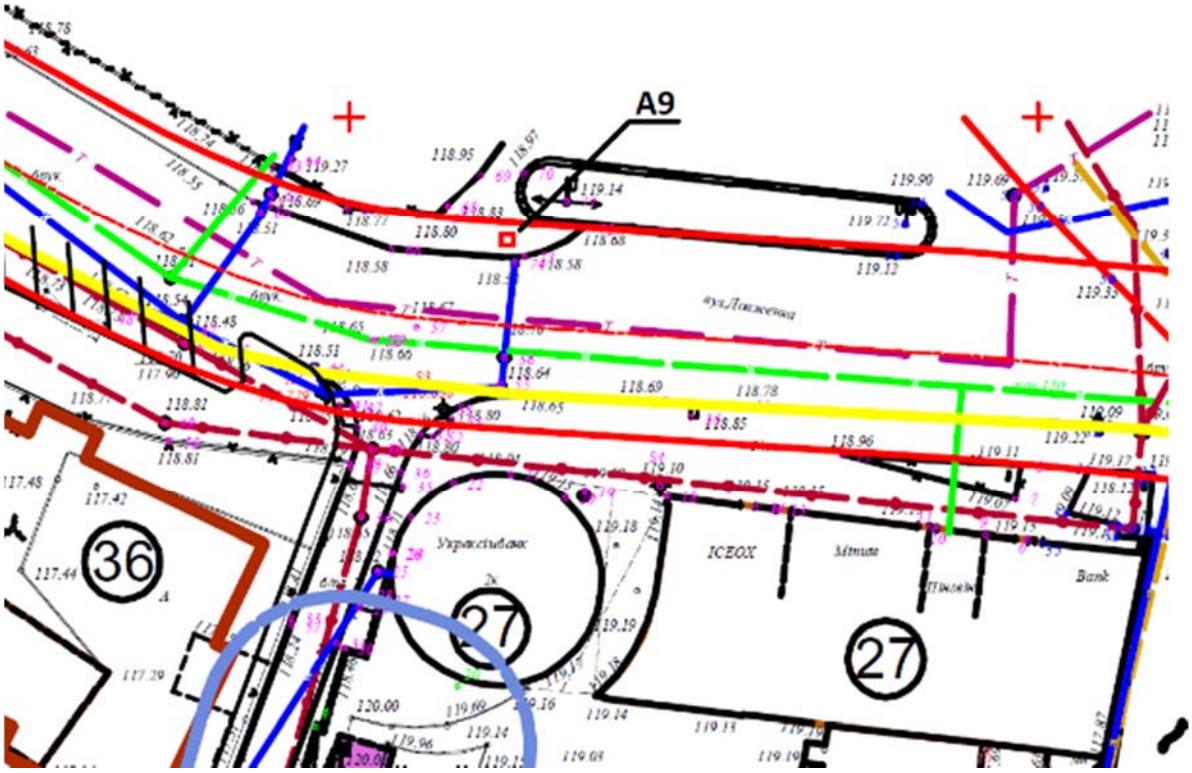


Рисунок В.9

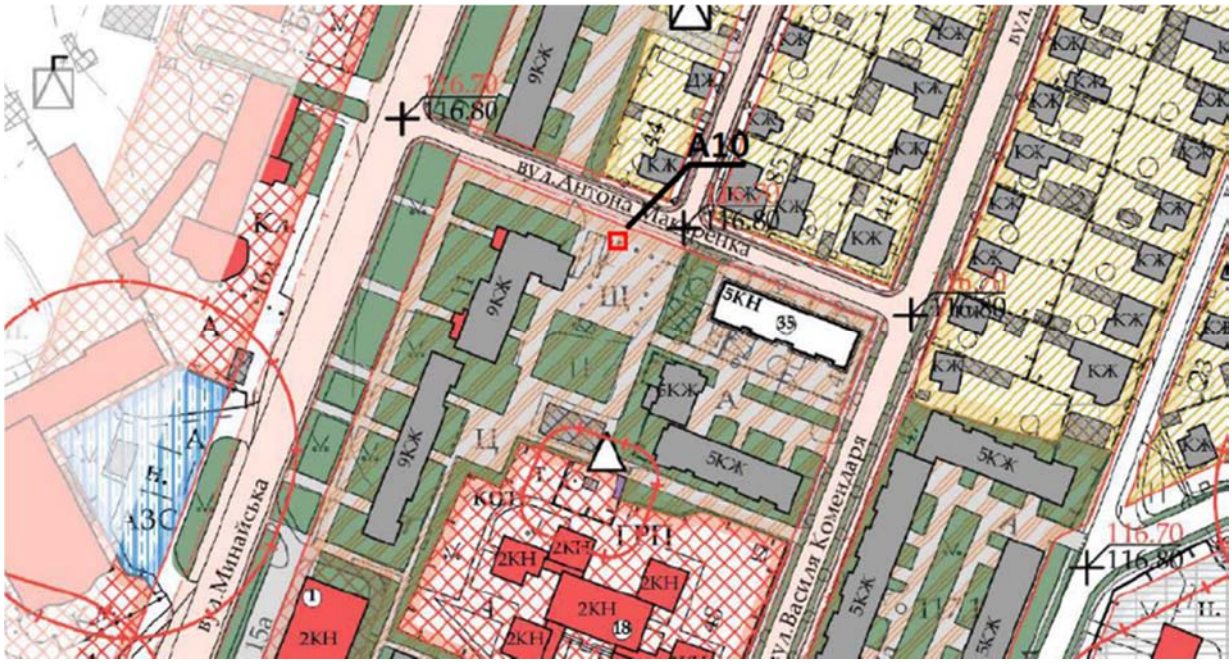


Рисунок В.10

Рисунок В.11

Рисунок В.12

ДОДАТОК Г.
КОМЕРЦІЙНА ПРОПОЗИЦІЯ НА ВЛАШТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ПУНКТІВ ЗБОРУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ (КОНТЕЙНЕРНИХ МАЙДАНЧИКІВ З ПІДЗЕМНИМИ КОНТЕЙНЕРАМИ)

КФ-СІСТЕМС™
+38 (044) 206-30-88
info@kf-systems.com.ua
www.kf-systems.com.ua
02099, м.Київ,
вул. Бориспільська, 9 , корпус 4
ЄДРПОУ 40729819

№ 72/4-7 від 05.06.2023 р.

Т.в.о. директора
ДП «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»
Голюк М.Г.

03035, м.Київ,
вул. Митрополита Василя Липківського, 35

Шановна пані Марино!

Дякуємо Вам за проявлений інтерес до нашої компанії.

Компанія «КФ-СІСТЕМС» більше семи років працює на ринку управління відходами, та є єдиним в Україні виробником автономних підземних контейнерів для побутових відходів.

На сьогоднішній день «КФ-СІСТЕМС» позиціонується як виробник, у якого завжди є в наявності повний спектр продукції для найвимогливіших покупців.

«КФ-СІСТЕМС» постійно розширює ринки збуту та прагне до максимального задоволення споживчого попиту. Плануючи дії на ринку, ми зацікавлені в стабільній роботі з тими операторами, які володіють мобільними ресурсами для постійного покращення благоустрою та екологічного стану міста.

У відповідь на Ваш запит, надаємо комерційну пропозицію на влаштування підземних пунктів збору сміття і побутових відходів по об'єкту

- Підземні контейнери KF:

Стандартна сміттєприймальна колонка
Габарити ДхГхВ, мм
(790x724x975)

Збільшена сміттєприймальна колонка
Габарити ДхГхВ, мм
(1060x990x983)

Перевагами таких контейнерів є:

- Об'єм контейнера 5м3 при необхідній площі 3,4м2;
- Наявність системи моніторингу наповненості;
- Наявність системи безпеки (під час розвантаження контейнера, чаша залишається закритою, що унеможливлює падіння людини всередину);
- Наявність системи пожежогасіння (при піднятті температури всередині контейнера спрацьовує вогнегасник);
- Санітарна зона 20м може бути скорочена;
- Наявність педалі для відкриття барабану (чисті руки);
- Відсутня необхідність підведення електроживлення (усі системи контейнера працюють від сонячної батареї);
- Відсутня необхідність підведення/встановлення водовідведення та дренажів;
- Відсутність доступу до пересортування сміття третіми особами (бомжі);
- Повна відсутність або незначний запах;
- Турбота про екологію (закрита система, литий з/б приямок, немає контакту з грунтом).

Технічні характеристики контейнера:

- **Об'єм контейнера для побутових відходів** - 5 м^3
- **Матеріал - сталь гарячого цинкування**
- **Габарити підземної частини контейнера**, м: Д=1,85хШ=1,85хГ=2,63
- **Габарити сміттє-приймальної колонки**, м: Д=0,79хШ=0,724хВ=0,975
- **Вантажопідйомність до 2,0 т.**

Найменування	Кількість, шт.	Ціна, з ПДВ, грн.	Сума, з ПДВ, грн.
Підземний контейнер для сміття зі стандартною сміття-приймальною колонкою 50л, 5м3	12	280 000,00	**3 360 000,00**

*Ціни вказані на умовах EXW-Київ, вул. Бориспільська, 9, Україна, відповідно до правил Інкотермс 2010.

У комплект поставки підземного контейнера об'ємом 5м3 входить:

- Залізобетонний приямок (виготовляється з бетону класу С25/30 за міцністю на тиск, W6 – за водонепроникністю, F100 – за морозостійкістю)*;
- Металевий оцинкований контейнер зі сміття-приймальною колонкою;
- Система безпеки (під час розвантаження контейнера, чаша залишається закритою);
- Наземна частина збору сміття;
- Підіймальний механізм;
- Система GPS-навігація за місцем знаходження;

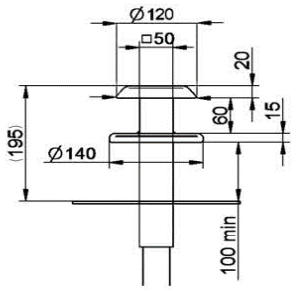
- Система моніторингу заповнення та температури;
- Система пожежогасіння.

Підземний контейнер обладнаний автономною системою моніторингу, яку живлять сонячні панелі. Система моніторингу передає дані про рівень заповнення контейнера на сервер, що дозволяє завчасно спланувати вивантаження сміття.

В конструкції контейнера також міститься вогнегасник який спрацьовує в разі пожежі, а система моніторингу передає дані про пожежу на сервер.

Система вивантаження контейнера:

- контейнер із системою KINSHOFER (для вивозу необхідний спецавтомобіль обладнаний насадкою KINSHOFER для грибної системи)



Всього комерційна пропозиція складає – 3 360 000,00 грн. з ПДВ.

В комерційну пропозицію не входить вартість розробки проектно – кошторисної документації.

Вартість доставки 12 комплектів в м. Ужгород – **180 000,00 грн. з ПДВ** (додатково за необхідності даної послуги).

Можливий варіант монтажу обладнання силами спеціалістів ТОВ «КФ-СІСТЕМС» за рахунок Замовника (додатково за необхідності даної послуги).

Шефмонтажні роботи за 1 контейнер – **5 000 грн. з ПДВ** (додатково за необхідності даної послуги).

На всю продукцію надається гарантія:

- ***60 місяців на металеві частини конструкції від наскрізного прогнивання;***
- ***120 місяців на залізобетонну частину конструкції;***
- ***12 місяців на технічні засоби диспетчеризації конструкції.***

Термін виготовлення – протягом 45 календарних днів з моменту отримання авансу *(пов'язано з технологічним процесом виготовлення з/б приямків для підземних контейнерів)*

Умови оплати – аванс 70%, доплата по факту виготовлення 20%, доплата після відвантаження 10%.

Користуючись нагодою пропонуємо Вам ознайомитись із контейнерами для роздільного збору відходів нашого виробництва.

Контейнер використовується для роздільного збору та сортування твердих відходів таких як: скло, пластик, папір.

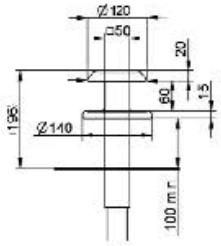
Технічні характеристики:

- Об'єм контейнера – 2,5м^3.
- Контейнер виконано із склопластикового вогнестійкого матеріалу.
- Товщина стінки контейнера – від 5 мм. до 7 мм.
- Вага контейнера – 90 кг, вантажопідйомність до 780 кг.
- Габаритні розміри –D=1750мм H=1570мм
- Отвір для завантаження сміття D=300мм (за необхідністю може бути змінено)

Сміттєвий контейнер призначений для роздільного сортування відходів.
Створений за концепцією нижнього розвантаження і його зовнішній вигляд дозволяє оптимально використовувати місце збору.

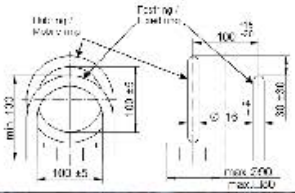
Система вивантаження контейнера може бути двох типів:
Перший тип - контейнер із системою KINSHOFER (для вивозу необхідний спецавтомобіль обладнаний насадкою KINSHOFER для грибної системи)

mushroom system for containers



Другий тип - контейнер із петлевою системою піднімання (для вивозу необхідний спецавтомобіль обладнаний гідравлічним підйомним краном)

ring system for containers



Найменування	Кількість, шт.	Ціна, грн з ПДВ	Сума, грн з ПДВ
Склопластиковий контейнер з грибковим зачепом/кільцевим зачепом (ДЗВІН)	1	27 300,00	27 300,00

- Контейнери мають естетичний зовнішній вигляд.
- Мають малу питому вагу і високу питому міцність.

- Стійкі до ультрафіолетового випромінювання, хімічного і біологічного впливів, високих та низьких температур (витримує температури від -40 °С до 60 °С протягом довгого часу).
- Гладка поверхня запобігає налипанню відходів на стінках бака.
- Контейнери водонепроникні.
- Можлива опція - комплектація системою диспетчеризації та моніторингу наповненості.

Колір контейнера та система вивантаження – за бажанням Замовника.

На всю продукцію надається один рік гарантії.
Термін виготовлення – протягом 30 календарних днів.

Також, можлива розробка будь-яких урн, контейнерів, сортувальних станцій чи інших металоконструкцій за дизайн-проектом Замовника.

З надією на плідну та взаємовигідну співпрацю.

Директор **Сергій МЕЛЬНИКОВ**

Віталій Кондратенко
050-384-65-28

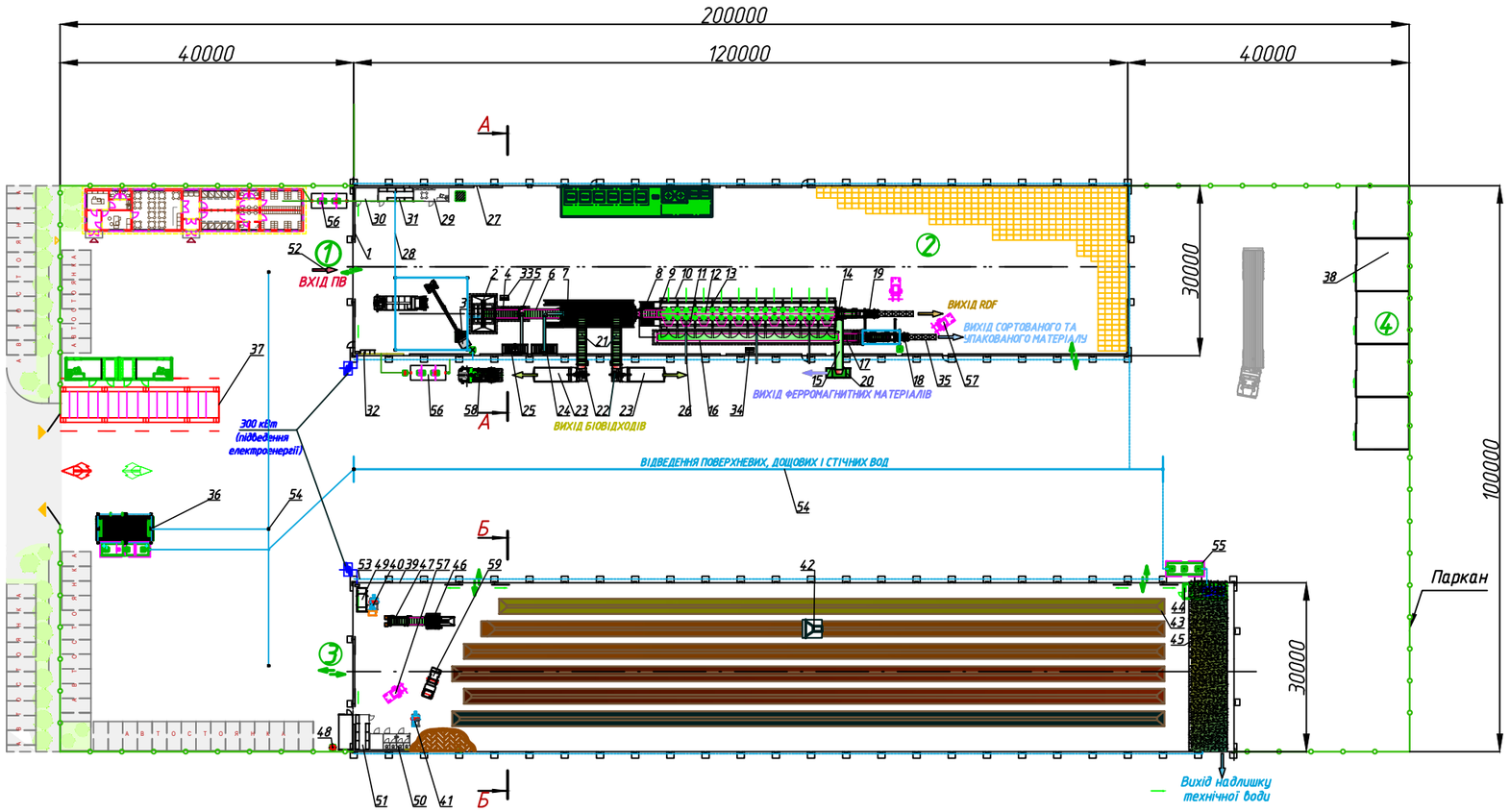
ДОДАТОК Д.
ВАРТІСТЬ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Табл. Д.1 – Середні ціни реалізації вторинної сировини (станом на серпень 2023 року)

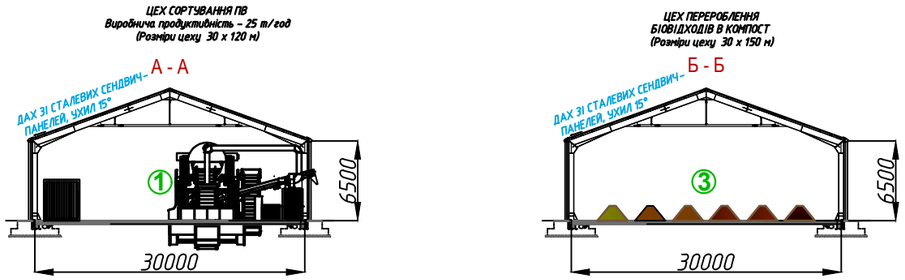
	Вид продукції	Ціна, грн, за тонну
1	ПЕТФ пляшка прозора	19 580,00
2	ПЕТФ пляшка блакитна	13 700,00
3	ПЕТФ пляшка зелена	12 000,00
4	ПЕТФ пляшка коричнева	10 540,00
5	ПЕТФ олія	7 670,00
6	ПЕТФ пляшка змішана	16 290,00
7	Склобій прозорий	3 000,00
8	Склобій зелений	1 800,00
9	Плівка низького тиску	7 000,00
10	Брухт алюмінію	37 000,00
11	МС-7Б	3 000,00
12	МС-5Б	3 000,00
13	ПНД кольоровий	18 000,00
14	ПВД 2 сорт+стрейч	19 000,00

ДОДАТОК Е.
ПЛАН КОМПЛЕКСУ МЕХАНІКО-БІОЛОГІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ

ПЛАН КОМПЛЕКСУ МБО



МОНТАЖНІ СТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ ЦЕХІВ



Умовні позначення приміщень

1. ЦЕХ СОРТУВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
2. ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА, ШРЕДУВАНННЯ ТА ПРЕСУВАННЯ RDF ПАЛИВА
3. ЦЕХ ОБРОБЛЕННЯ БІОВІДХОДІВ ТА ВИРОБНИЦТВА КОМПОСТУ
4. РЕЦИКЛЯЖНИЙ ДВІР ДЛЯ ЗБИРАННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВІДХОДІВ

Зовнішні розміри комплексу МБО	2,0 га (200,0 х 100,0м)
Виробнича продуктивність комплексу МБО	25 т/год

За матеріалами Технікс (Хорватія) (патент № P20110260A)

Експлікація приміщень та обладнання

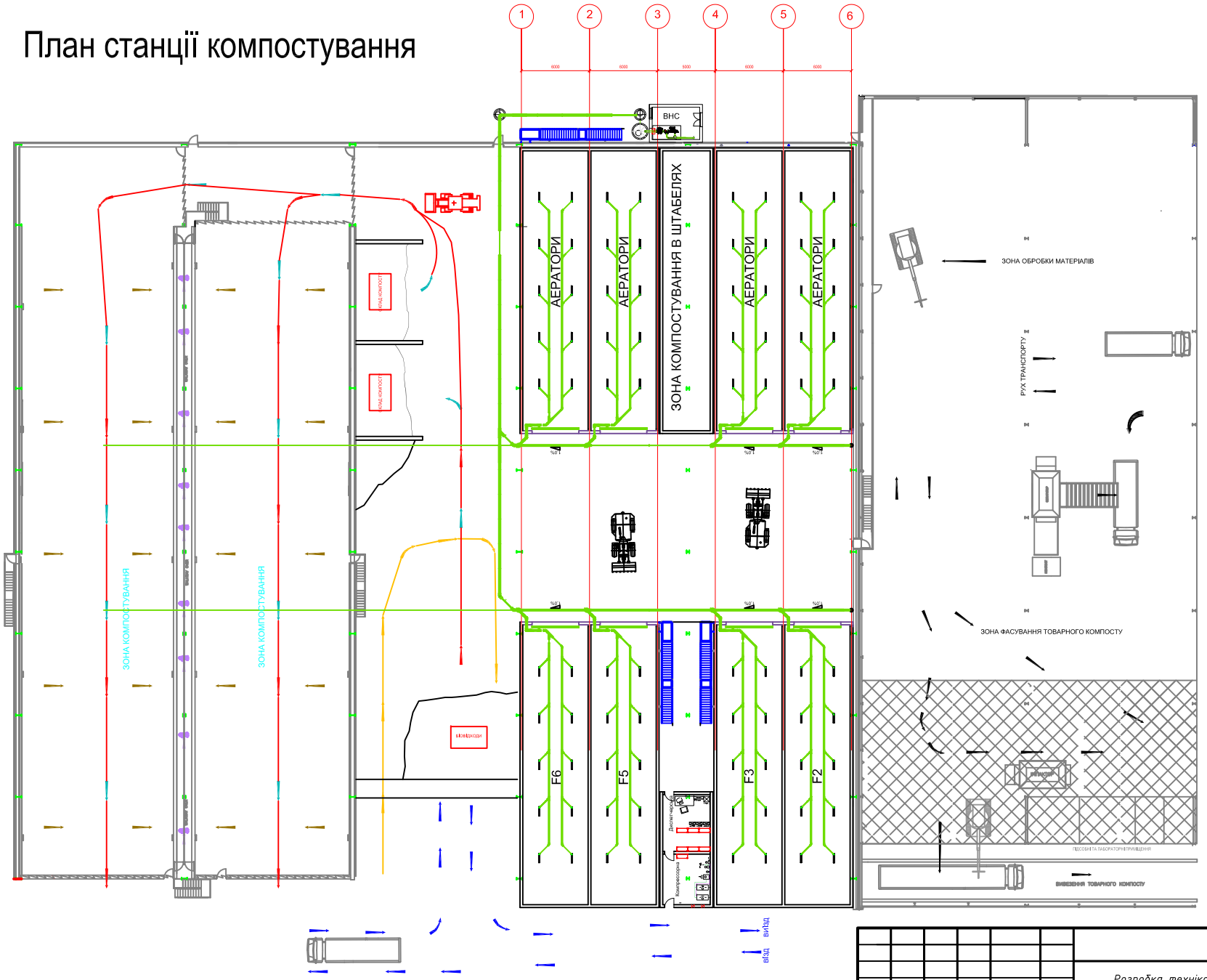
№ п/п	Найменування приміщень та обладнання
1	Відкатні ворота для в'їзду/виїзду транспорту
2	Шнековий транспортер
3	Кран для маніпуляції та подавання змішаних комунальних та великогабаритних відходів
4	Подавальний ребристий конвеєр
5	Розпорювач мішків
6	Приймально-подавальний ребристий конвеєр
7	Комунальний роторний сепаратор
8	Підйомний ребристий конвеєр
9	Вхідні двері
10	Контейнерна сортувальня з кондиціюванням та вентиляцією
11	Зона надходження свіжого повітря до кабін сортування
12	Конвеєр з гладкою поверхнею
13	Сортувальні бокси з відкидним дном
14	Сепаратор магнітний
15	Подавальний конвеєр з гладкою поверхнею
16	Приймальний підлоговий конвеєр з гладкою поверхнею
17	Підйомний ребристий конвеєр для заповнення автоматичного пресу
18	Автоматичний прес-пакувальник для вторинної сировини
19	Автоматичний прес-пакувальник для RDF
20	Комунальний контейнер
21	Подавальний ребристий конвеєр для біовідходів
22	Шредер для подачі біовідходів до контейнеру
23	Контейнери для збору біовідходів
24	Трубопровід для забору шкідливого повітря з комунально-роторного сепаратору
25	Фільтрувальна установка
26	Система вентиляції та кондиціювання кабін для сортування
27	Вентиляційні отвори для подавання свіжого повітря
28	Канали для збирання відпрацьованих вод та інших рідин
29	Контейнер для керування лінією та контролю за технологічним процесом
30	Санітарний контейнер
31	Контейнер з шафами для персоналу
32	Головний розподільно-керувальний електрощит
33	Пульт керування об'єктом RO
34	Пульт керування лінією для автоматичної подачі
35	Лінія виходу сортувального та пакувального матеріалу
36	Зона дезінфекції транспорту
37	Вагова станція комплексу з перероблення змішаних ПВ
38	Контейнери для великогабаритних відходів
39	Корпус цеху перероблення біовідходів
40	Дробарка для крупнофракційних відходів
41	Екокомпостер
42	Пристрій для оброблювання біовідходів
43	Штабель компосту
44	Пункт контролю та автоматики
45	Технічна вода
46	Дрібнофракційний роторний сепаратор
47	Подавальний ребристий конвеєр для біовідходів
48	Підключення води
49	Електричні щити управління цеху перероблення біовідходів
50	Санітарний контейнер цеху перероблення біовідходів
51	Складський контейнер цеху перероблення відходів
52	Напрямок руху транспорту
53	Ланка підключення цеху до електропостачання
54	Канал відведення поверхневих та стічних вод
55	Установка для перекачування відпрацьованих вод
56	Локальні очисні споруди
57	Вилочні навантажувачі
58	Транспортні засоби ввезення та вивезення відходів
59	Трактор для роботи з компостом

Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	10/31.05.23		
						Розробка техніко-економічного обгрунтування (ТЕО) для роздільного збору вторинної сировини в м. Ужгород		
Розробив		Небесна				Комплекс МБО	Стадія: ТЕО	Аркуш: 1 / Аркушів: 1
Н.контроль		Сатін				План, розрізи А-А; Б-Б М 1:1000	ДП "НДКТІ МГ" м. Київ	

Формат А3

ДОДАТОК Ж.
ПЛАН КОМПОСТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

План станції компостування



						10/31.05.23	
						Розробка техніко-економічного обгрунтування (ТЕО) для роздільного збору вторинної сировини в м. Ужгород	
Зм.	Кільк.	Аркуш	№док.	Підпис	Дата		
Розробив		Небесна				Станція компостування	Стадія: ТЕО; Аркуш: 1; Аркушів: 1
Н.контроль		Сатін				План схематичний	ДП "НДКТІ МГ" м. Київ

Формат А2