

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, І ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП .....	9
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....	10
1.1 Опис предметної області.....	10
1.2 Огляд і аналіз аналогічних систем.....	13
1.2.1 Опис системи Waste Care Calculator .....	13
1.2.2 Urban Waste Management .....	16
1.2.3 Eco Evidence .....	21
1.2.4 Is It Waste.....	24
1.2.5 Waste Designation Decision Matrix .....	25
1.2.6 Pre-waste .....	28
1.2.7 Класифікатор відходів ДК 005-96 .....	31
ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ .....	32
2 АРХІТЕКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНЕ НАПОВНЕННЯ СИСТЕМИ .....	35
2.1 Архітектура СППР для управління відходами .....	35
2.2 Аналіз класифікаційних груп СППР .....	37
3 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА БАЗИ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ.....	40
3.1 Оптимізація заходів щодо запобігання та управління відходами .....	40
3.2 Вибір засобу для реалізації моделі .....	47
4 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ .....	51
4.1 Обґрунтування вибору технології розробки.....	51
4.1.1 Порівняльний аналіз технологій PHP, ASP і JSP .....	52
4.2 Обґрунтування вибору системи керування базами даних .....	55
5 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ СИСТЕМИ .....	57
5.1 Розробка концептуальної моделі бази даних .....	57
6 ПРОЕКТУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ .....	64
6.1 Вимоги до інтерфейсу комп'ютерної системи.....	64
6.2 Робота модуля «Попередження відходів».....	66
6.3 Робота модуля «Переробка відходів» .....	70
ВИСНОВКИ .....	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	74
Додаток А Програмний код вирішення задачі лінійного програмування .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Додаток Б Створення таблиць програмним способом .	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

- Додаток В ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- В.1 Програмный код моделі Waste.cs ... **Ошибка! Закладка не определена.**
- В.2 Програмный код контролеру Waste.cs ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- В.3 Програмный код контролеру часткового представлення ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- В.4 Програмный код головного представлення ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ТПВ – тверді побутові відходи

СППР – система підтримки прийняття рішень

ОПР – особа, яка приймає рішення

СУБД – система управління базами даних

OLAP (від англ. Online analytical processing) – технологія обробки інформації, що дозволяє швидко отримувати відповіді на багатовимірні аналітичні запити

Data Mining – виявлення прихованих закономірностей або взаємозв'язків між змінними у великих масивах необроблених даних

DSS (від англ. Decision support system) – система підтримки прийняття рішень

ПЗ – програмне забезпечення

LCA (від англ. Life-cycle assessment) – оцінка життєвого циклу

ЖЦВ – життєвий цикл відходів

API – це набір процедур, які можна викликати з мови програмування для побудови моделі в пам'яті, її вирішення та повернення результатів.

IDE (від англ. Integrated Development Environment) – інтегроване середовище розробки

MPS (від англ. Mathematical Programming System) – формат файлу для подання лінійного програмування

CSV (від англ. Comma-Separated Values) – текстовий формат, призначений для представлення табличних даних.

HTML (від англ. HyperText Markup Language) – мова розмітки гіпертекстових документів

RTF (від англ. Rich Text Format) – пропрієтарний міжплатформовий формат зберігання розмічених текстових документів

ANSI C – стандарт мови C, опублікований Американським національним інститутом стандартів (ANSI)

CGI (від англ. Common Gateway Interface) – стандарт інтерфейсу, який використовується для організації взаємодії програми веб-сервера із зовнішньою програмою

## ВСТУП

Утилізація і виробництво продуктів, що містять сировину вторинної переробки стрімко розвиваються на тлі глобальної економічної ситуації. На сьогоднішній день функціонують різноманітні автоматизовані системи, які вирішують ряд задач з управління відходами. Здебільшого, їх функція – формування баз даних і аналітична обробка. Однак практично не вирішується трансформація отриманої інформації безпосередньо в ефективне результативне управлінське рішення. Пропонована система буде наділена функціями, які визначають можливість здійснення не тільки збору та обробки інформації про процеси утворення та рух відходів виробництва і споживання, схеми поводження з ними, а й комплексного аналізу цієї інформації з безпосередньою трансформацією в конкретне управлінське рішення. Використання створюваної системи дозволить підвищити ефективність переробки і запобігання, а також мінімізувати екологічні, соціальні та економічні ризики для виробників побутових відходів.

За мету розробки поставлено впровадження СППР, призначеної для забезпечення не тільки ефективної переробки та утилізації побутових відходів, а і їх попередження. Для досягнення поставленої мети в роботі ставляться наступні завдання:

- провести дослідження даної предметної області;
- проаналізувати існуючі програмні продукти для управління відходами;
- провести вибір засобів для реалізації системи;
- розробити новий програмний продукт.

Незважаючи на те, що важливою є теорія і практика, пов'язана з настільними СППР, розробка веб-орієнтованої системи дасть нові можливості для розробника, оскільки забезпечить нові функціональності для ОПР. Управління у сфері поводженням з відходами – це управління складною системою, оскільки для прийняття управлінських рішень необхідно враховувати слабоформалізовані поняття. Сучасні технології дають можливість: складувати чи захоронити відходи так, щоб вони не впливали на навколишнє середовище, або щоб цей негативний вплив був мінімальним; знищити тверді побутові відходи спаливши їх; очистити їх від шкідливих домішок та утилізувати отримавши при цьому певні ресурси.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Опис предметної області

За даними Державної служби статистики України, щороку країна накопичує близько 500 млн тонн відходів, у тому числі відходи первинного виробництва (76%), відходи вторинного виробництва (близько 18%), відходи сільського господарства (близько 2%) та тверді побутові відходи (близько 2%)[1]. З побутового сміття упорядковано лише 5,6 %, ще 1,4 % спалюються на київському заводі "Енергія" – єдиному підприємству в країні з утилізації відходів. Решта 93% вивозяться на легальні і нелегальні звалища. У країні станом на 2017 рік працюють 22 сортувальних лінії та декілька переробних підприємств іншого типу: вони дозволяють добувати зі сміття енергію.

За даними Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства[2], за 2016 рік в Україні утворилося близько 49 мільйонів кубометрів побутових відходів (близько 11 мільйонів тонн сміття).

На рис. 1.1 представлена структура побутових відходів в Україні (у %). Вона включає харчові відходи – 35–50%, папір і картон – 10–15%, вторинні полімери – 9–13%, скло – 8–10%, метали – 2%, текстиль – 4–6%, будівельні відходи – 5%, деревина – 1% та інші відходи – 10%. При цьому категорія «Інші відходи» включає небезпечні відходи й великогабаритне сміття, а також електронні прилади, в яких закінчився строк експлуатації.



Рисунок 1.1 – Структура побутових відходів в Україні

В Україні спалюється лише 1,2% і переробляється 2,5% побутових відходів, насамперед ідеться про відходи упаковки. У ЄС рівень переробки в

середньому становить 60%. Порівняльні характеристики показників переробки ТПВ представлено на рис. 1.2 (у %).

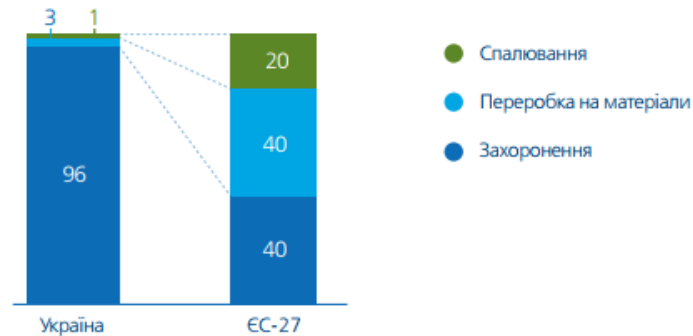


Рисунок 1.2 – Порівняльні характеристики показників переробки ТПВ

Загалом поточну ситуацію в Україні можна охарактеризувати таким чином:

- попри зменшення кількості населення відбулося зростання питомих обсягів утворення ТПВ (на 70% за період 2000–2010 років);
- підвищення частки фракцій, які переробляються у структурі ТПВ та, відповідно, розбудова потужностей у сфері переробки відходів;
- низьке охоплення населення в сільській місцевості послугами зі збирання відходів;
- низький рівень переробки відходів (менше 8%) незважаючи на швидке зростання кількості міст, в яких реалізується роздільне збирання;
- зростання обсягу вивозу ТПВ на полігони та несанкціоновані звалища.

До 2005 року в Одесі для утилізації твердих побутових відходів використовувалися два полігони – ТПВ-1 в районі Дальницьких кар'єрів (Овідіюпольський і Біляївський райони Одеської області) та ТПВ-2 в районі цементного заводу. На сьогоднішній день функціонує лише один полігон – на території Дальницьких кар'єрів. Обсяг сміття, що вивозиться з території міста на це звалище становить близько 3 млн. куб. м. на рік. На даний полігон вивозяться також тверді побутові відходи з інших прилеглих міст і населених пунктів Одеської області. Структура побутових відходів в Одеській області представлена на рис. 1.3.

Концепція Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013–2020 роки, визначає, що у 2016–2020 роках передбачається здійснення

заходів щодо створення сучасної інфраструктури збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини.

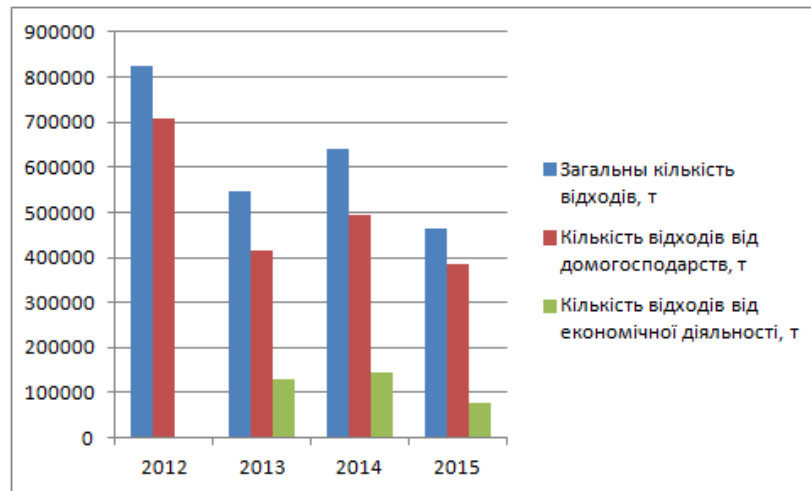


Рисунок 1.3 – Структура побутових відходів в Одеській області

Згідно з головними положеннями трьох Директив ЄС в сфері поводження з відходами [3] встановлено ієрархію пріоритетів щодо поводження з відходами(рис. 1.4):

- а) запобігання (утворенню);
- б) підготовка до повторного використання;
- в) рециклінг (перероблення);
- г) інша утилізація, зокрема, енергетичне відновлення;
- д) видалення (захоронення).



## Рисунок 1.4 – Ієрархія поводження з відходами

Верхня та нижня частина діаграми представляють найбільш та найменш прийнятні способи поводження відповідно.

Згідно з [4] для запобігання утворенню відходів або мінімізація їх утворення мають здійснюватися дії, спрямовані на:

- зменшення кількості предметів і матеріалів, що скеровуються на остаточну утилізацію або поховання;
- відмова від зайвої упаковки;
- закупівлі тільки необхідної кількості предметів і матеріалів;
- використання предметів багаторазового або тривалого користування замість одноразових там, де це можливо.

## 1.2 Огляд і аналіз аналогічних систем

### 1.2.1 Опис системи Waste Care Calculator

Waste Care Calculator, як видно із [5] – калькулятор, який дозволяє користувачам вводити інформацію про потік відходів для розрахунку викидів в атмосферу (рис. 1.5).

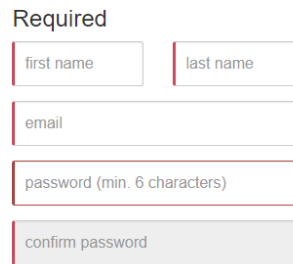
Рисунок 1.5 – Інтерфейс інструменту Waste Care Calculator

Інструмент допомагає лікарням та організаціям охорони здоров'я вибрати найбільш екологічні способи ведення бізнесу в екологічному та економічному плані. Для цього можна порівнювати один сценарій з іншим.



Перш ніж розпочати роботу необхідно зареєструватись. Користувач вводить різні дані: в обов'язкові (рис. 1.6) та необов'язкові (рис. 1.7) для заповнення текстові поля.

Для початку користувач отримує базовий варіант, що складається з чотирьох потоків відходів. Можна легко додати або видалити інші потоки або порівнювати результати.



Required

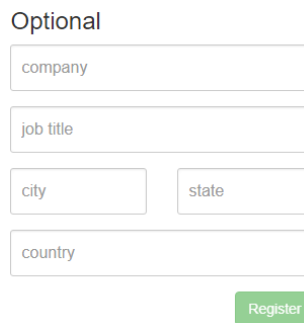
first name last name

email

password (min. 6 characters)

confirm password

Рисунок 1.6 – Обов'язкові поля форми реєстрації



Optional

company

job title

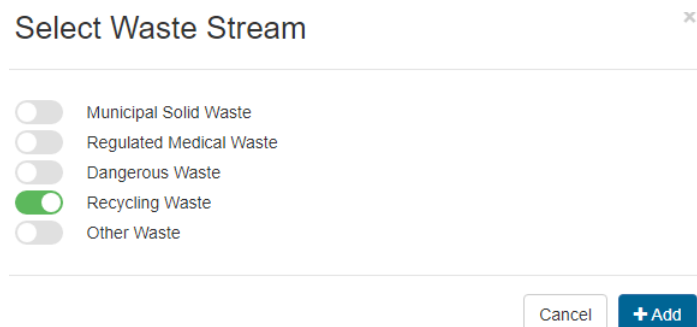
city state

country

Register

Рисунок 1.7 – Необов'язкові поля форми реєстрації

Всі варіанти представлені у модальному вікні (рис.1.8) і доступні після натискання кнопки «Add Waste stream».



Select Waste Stream

Municipal Solid Waste

Regulated Medical Waste

Dangerous Waste

Recycling Waste

Other Waste

Cancel + Add

Рисунок 1.8 – Вікно вибору потоку відходів

Користувач вказує масу відпрацьованого потоку в тоннах на добу, регіон, в якому будуть оброблятися відходи та приблизну відстань до полігону(рис. 1.9).

Рисунок 1.9 – Визначення вхідних даних

Калькулятор видасть такі дані як викиди в атмосферу, використання води та кількість виробленої енергії(рис.1.10).

Output	Municipal Solid Wa...	Recycling Waste	Total
Gas Quantity (TPY)	0.0000e+0	0.0000e+0	0.0000e+0
Greenhouse Gas Equivalent (TPY)	3.0050e+3	2.7162e+1	3.0322e+3
Non-Recoverable Residue Quantity (TF)	0	0.0000e+0	0
Processed Water (TPY)	0.0000e+0	0.0000e+0	0.0000e+0
Residuals Recovery Potential (TPY)	0.0000e+0	0.0000e+0	0.0000e+0
Waste Diversion (%)	0.00 %	0.00 %	0.00 %
Waste to Energy (WTE) Productivity (kV)	0.0000e+0	0.0000e+0	0.0000e+0

Рисунок 1.10 – Розрахунок результату

Окрім цього, користувач має змогу отримати графік по обраному вихідному параметру. Наприклад, можна дізнатися, що еквівалент парникових газів відноситься до небезпечної категорії (рис.1.11).

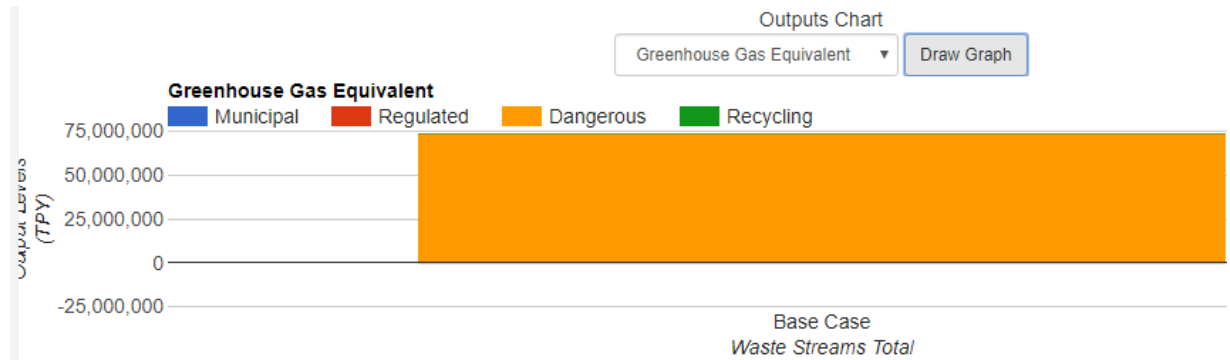


Рисунок 1.11 – Графік для еквіваленту парникових газів

При обчисленні викидів використовуються різні методи та технології. Аби результати були більш точними, користувачу пропонується вдосконалити базові дані. Для цього потрібно натиснути на посилання з результатом та написати коментар.

### 1.2.2 Urban Waste Management

Urban Waste Management[6] – інструмент, який оцінює вплив на навколишнє середовище, включаючи викиди парникових газів, що супроводжується енергетичними наслідками та аналізом витрат і вигод від різних стратегій поводження з відходами шляхом оцінки життєвого циклу.

Urban Waste Management є частиною програмного продукту Co-benefits Evaluation Tools, який включає також модуль Transport system та Urban energy system. Для використання системи, користувачу спочатку потрібно зареєструватися, щоб створити свій власний обліковий запис (рис. 1.12).

## Urban Co-benefits Evaluation Tools

[About Tools](#)
[How to Use](#)
[Transport System](#)
[Urban Energy System](#)
[Urban Waste Management](#)

User login

Username \*

Password \*

- [Create new account](#)
- [Request new password](#)

Log in

### About Tools

Welcome to the Co-benefits Evaluation Tools from UNU-IAS, where find innovation in action. Here, you can evaluate the climate co-benefits in cities. Discover new ways of deploying technologies to reduce GHG and air pollutions in cities and look for policy upgrades, with alternative energy and clean technology.

**Transport:** This Evaluation Tool combines a quantitative spreadsheet of a simplified representation of the transport sector with an institutional evaluation to evaluate not just the magnitude of emission reductions from local air pollution and carbon emissions but also to determine barriers to implementation of policies and projects. The tool is a linear representation of the public transport system in a city, from which the implementation of policies in four areas Activity, Shift, Improve and Fuel (ASIF) can be evaluated in terms of its carbon and local air pollution emissions.

[>Download Transport Co-benefits Evaluation Tool Guidebook \(pdf\)](#)



Рисунок 1.12 – Інтерфейс системи Co-benefits Evaluation Tools

Далі користувачу потрібно зареєструвати свій базовий сценарій, заповнивши форми вхідних даних. Наприклад, форма введення утворених відходів представлена на рис.1.13, форма введення розподілу відходів – на рис.1.14. Ці форми надають початкові дані, необхідні для налаштування бази даних інструмента.

### Waste Tool Scenario Registration

Waste Generation and Management - General Data

Please fill out the following input data form

▼ Waste Generated

Name of Country/Region \*

Poland ▼

Waste Generation Rate (kg/(Person.Day)) \*

45

Population (1000Person) \*

1000

Total Generated Waste (1000Tonne/Year) \*

1000

Рисунок 1.13 – Форма для введення утворених відходів

Waste Distribution	
Collected Waste (% of Total Waste) *	<input type="text" value="10"/>
- Incinerated Waste (% of Collected Waste) *	<input type="text" value="5"/>
- Open-Burning (% of Collected Waste) *	<input type="text" value="5"/>
- Composted Waste (% of Collected Waste) *	<input type="text" value="10"/>
- Anaerobic Digestion Waste (% of Collected Waste) *	<input type="text" value="20"/>
- Recycled Waste (% of Collected Waste) *	<input type="text" value="40"/>
- Landfilled Waste (% of Total Waste) *	<input type="text" value="5"/>
Uncollected Waste (% of Total Waste) *	<input type="text" value="5"/>

Рисунок 1.14 – Форма для розподілу відходів

Заповнивши всі форми, користувач отримає посилання для завантаження документа у форматі Excel. Після його відкриття користувач вводить своє ім'я та пароль. Після цього дані будуть завантажені в інструмент (рис. 1.15).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													

**Total Waste Generation and Management**

General Input Data

**Incineration**

Input Data (Incineration)

**Composting**

Input Data (Composting)

**Anaerobic Digestion**

Input Data (Anaerobic Digestion)

**Recycling**

Input Data (Recycling)

**Open-Burning**

Input Data (Open-Burning)

**Landfilling**

Input Data (Landfilling)

**Wastewater Production**

Input Data (Wastewater)

Рисунок 1.15 – Інтерфейс інструменту

Кожен робочий аркуш містить кілька макросів Microsoft Visual Basic для виконання певних функцій.

На рис. 1.16 показані загальні вхідні дані.

Рисунок 1.16 – Загальні вхідні дані для базового сценарію

Ці дані необхідні для створення базового сценарію, а саме:

- утворено відходів: визначається як кількість твердих побутових відходів, що утворюються на душу населення на добу. Є можливість вказати значення за замовчуванням, яке визначено для різних регіонів, або ввести власний варіант.

- населення регіону;
- розподіл відходів між різними технологіями переробки;
- загальний склад відходів.

Аналогічним чином вводяться вхідні дані для кожної технології переробки.

Головна сторінка також містить меню з послідовними кроками, в якому пропонується вибрати дію:

- Input data (введення даних). Пропонується вказати дані для кожного з варіантів управління: спалювання, анаеробне розщеплення, відкрите спалювання, компостування, повторне використання та захоронення. Також окремо можна ввести дані по стічним водам.

- Baseline results (результати для базового сценарію);

- Policy intervention (стратегії по боротьбі) містить 3 сценарії: зміна кількості та складу відходів; зміна способу переробки відходів; зміна технологічних вимог;
- Results Summary(підсумкові результати);
- Results Details(деталі результатів);
- Cost-benefit analysis (аналіз витрат та вигод) – це останній крок, на якому для кожної технології розраховуються економічні показники, включаючи коефіцієнт співвідношення вигід і витрат та період окупності. Після введення вхідних даних результати можна переглядати як таблицю Excel у трьох форматах. Доступ до них можна отримати з меню у верхній частині інструмента, як показано на рисунку 1.17.

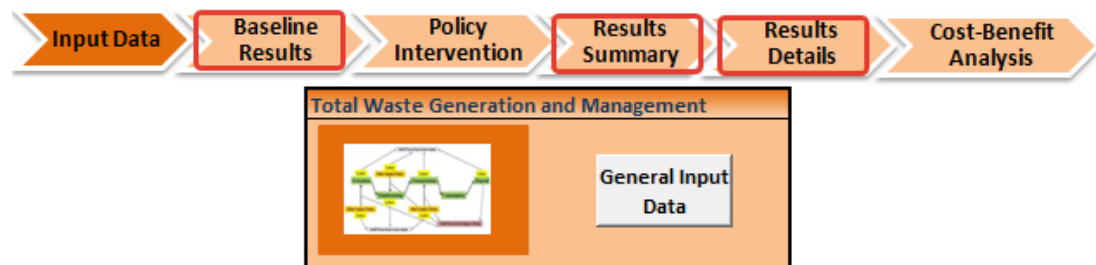


Рисунок 1.17 – Розташування сторінок результатів

Сторінка Baseline results (рис. 1.18) відображає результати для базового сценарію.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			Input Data	Baseline Results	Policy Intervention	Results Summary	Results Details	Cost-Benefit Analysis	
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									

Total Waste Generation and Management	
	General Input Data

Waste Volume - 1000 Tonne /Year		27,74
Total GHG Emissions - 1000 Tonne /Year		-1,12
Overall Waste Composition - %		
Food		40,0
Paper and Cardboard		3,0
Wood		10,0
Textiles		3,0
Rubber and Leather (Tire)		5,0
Plastics		10,0
Metal		9,0
Glass (and Pottery and China)		6,0
Garden and Park Waste		7,0
Nappies (Disposable Diapers)		6,0
Other		1,0

Shares of Technology in Waste Treatment (%)						
Incineration 100%						

Shares of Sub-Divisions for Each Technology in GHG Emissions Production - 1000 Tonne/Year						
Treatment Technology	Incineration	Open-Burning	Landfilling	Composting	Anaerobic Digestion	Recycling
Total Value	1,99	0,66	2,20	1,85	-2,35	-5,47
Transportation	0,23	0,11	0,35	0,81	1,33	-0,10
Process	1,85	0,55	2,21	1,04	0,25	-5,37
Energy Recovery	-0,09	0,00	-0,36	0,00	-3,93	0,00
Avoided Potential	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Рисунок 1.18 – Результати для базового сценарію

Сторінка Results Summary (рис. 1.19) містить результати останнього запуску.

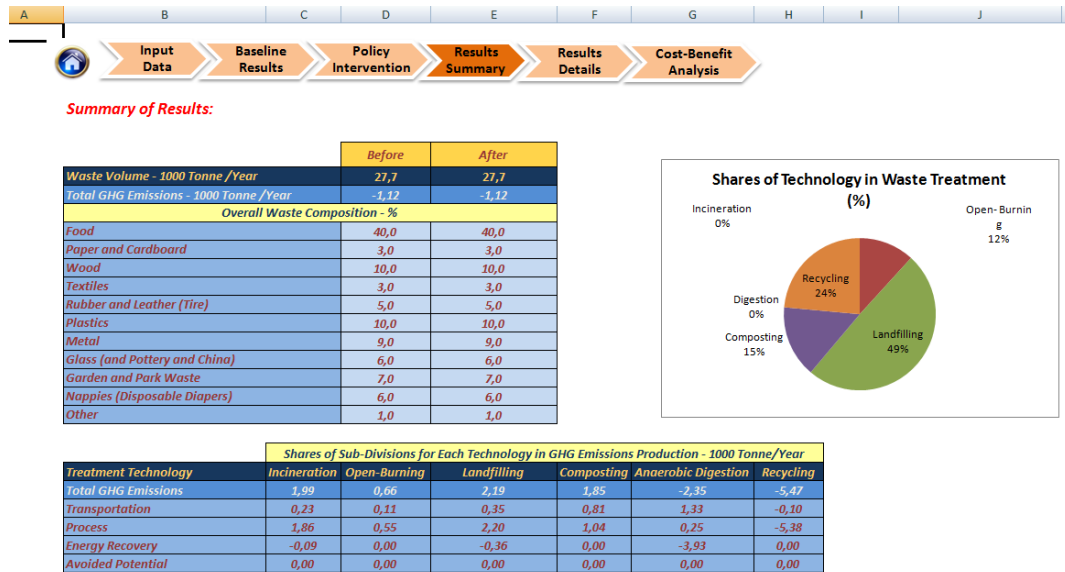


Рисунок 1.19 – Результати останнього запуску

Сторінка Results Details (рис. 1.20) відображає результати кожного сценарію окремо.

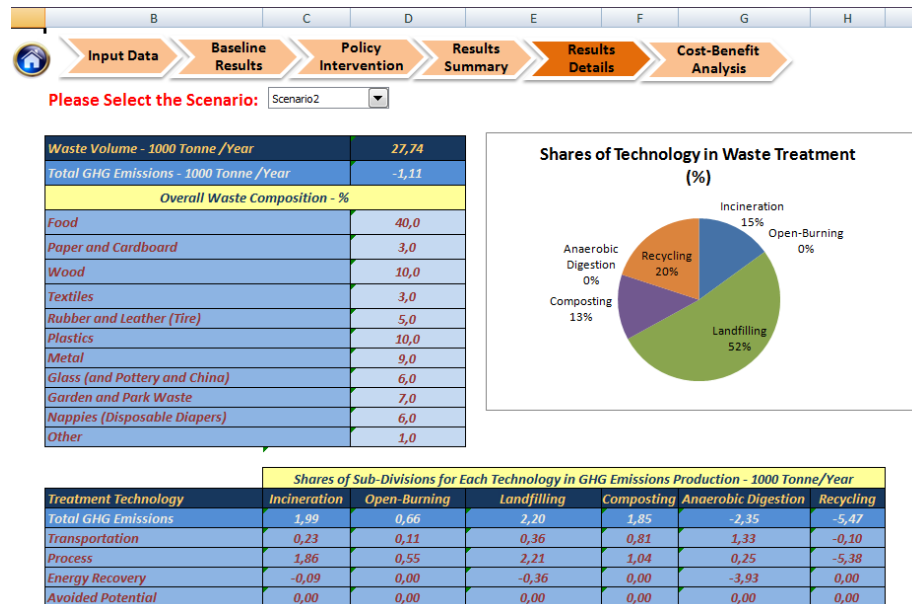


Рисунок 1.20 – Результати другого сценарію

### 1.2.3 Eco Evidence

Програмне забезпечення Eco Evidence [7] спрощує оцінку управління навколишнім середовищем та пропонує механізм найкращого використання



широкого кола опублікованих досліджень. Інтерфейс настільного додатку представлено на рис. 1.21.

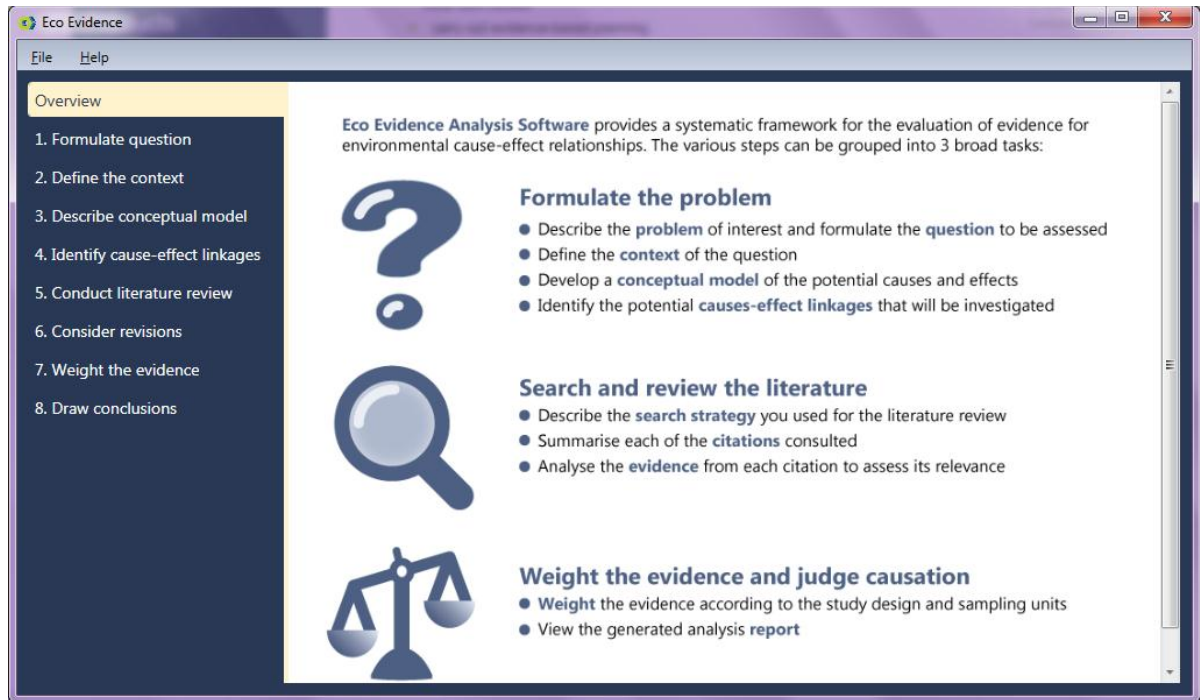


Рисунок 1.21 – Інтерфейс Eco Evidence

Працюючи з Eco Evidence, користувачі можуть шукати та отримувати доступ до багаторазового "банку знань", який містить інформацію з наукових робіт, на основі якої буде проводитися систематичний огляд літератури або причинно-наслідкові оцінки. Сама програма ділиться на 2 окремі компоненти:

- база даних, в якій зберігається інформація про причинні зв'язки, отримані з екологічних досліджень;
- програмне забезпечення аналізує інформацію, знижує упередженість та суб'єктивність, дозволяючи оцінювати докази з літератури стандартизованим та об'єктивним способом. Метод аналізу об'єднує інформацію з літератури з використанням спеціальних правил, щоб оцінити, як певні дії людини або природна подія впливає на навколишнє середовище.

Користувачу пропонується 8 кроків, які можна розділити на 3 задачі:

- формулювання проблеми (рис. 1.22): включає опис проблеми та питання, яке потребує оцінки; визначення контексту питання; розробка концептуальної моделі можливих причин і наслідків; визначення можливих причинно-наслідкових зв'язків.

– пошук та огляд літератури: опис пошукової стратегії, узагальнення кожного рекомендованого посилання, аналіз даних для оцінки їх релевантності.

– визначення ваг (рис.1.23): встановлення ваг параметрів для проектування та вибірки одиниць дослідження, перегляд згенерованого аналітичного звіту.

Overview

- 1. Formulate question
- 2. Define the context
- 3. Describe conceptual model
- 4. Identify cause-effect linkages
- 5. Conduct literature review
- 6. Consider revisions
- 7. Weight the evidence
- 8. Draw conclusions

**Problem**  
Document the nature of the problem you are investigating.

**Question**  
Draft your Eco Evidence question.

**Define the context**  
Document the type of environment under investigation and set the context and boundaries for the question.

**Conceptual model**  
Develop a conceptual model of the relationships in question. List the potential causes and effects.

Include image file

Рисунок 1.22 – Вікно формулювання проблеми

Name	Weight
BACI or BARI MBACI or Beyond MBACI	4
Gradient response model	3
Before v. after (no reference/control)	2
Reference/control vs. impact (no before)	2
After impact only	1

Load settings Save settings Restore defaults

Рисунок 1.23 – Вікно визначення ваг параметрів

Після визначення всіх параметрів, виконується аналіз, при якому об'єднується інформація з літератури. Користувач отримує звіт як представлено на рисунку 1.24.

Eco Evidence report (generated on 15 ноября 2017 г. at 11:34:00)

Citations

(2017)

Table 3. Weights applied in this analysis

Study design type	Weight
BACI or BARI MBACI or Beyond MBACI	4
Gradient response model	3
Before v. after (no reference/control)	2
Reference/control vs. impact (no before)	2
After impact only	1
Number of independent control locations	Weight
No control locations	0
One control location	2
More than one control location	3
Number of independent impact locations	Weight
One impacted location	0
Two impacted locations	2
More than two impacted locations	3
Number of locations for gradient response model	Weight
3 independent locations	0
4 independent locations	2
5 independent locations	4
More than 5 independent locations	6

Рисунок 1.24 – Звіт програми Eco Evidence

### 1.2.4 Is It Waste

Програма Is It Waste [8] має на меті сприяти повторному використанню та переробці відходів, одночасно охороняючи здоров'я людей та навколишнє середовище.

Інструмент допомагає визначитись, чи є матеріал відходом і має 2 окремі тести. Користувачу необхідно вибрати, який з них підходить для конкретної ситуації. Перший з них – кінцева оцінка відходів, другий – для побічних продуктів(рис.1.25).

[Home](#)

*The Is it Waste tool is available for use for self-assessments, however the facility to submit your information to the Environment Agency for an opinion is currently closed. We aim to re-view this function early November 2016. For further guidance on definition of waste please see: [Legal definition of waste guidance](#); [Turn your waste into a new non-waste product or material - Detailed guidance - GOV.UK](#) or contact your local Environment Agency Area Operations office.*

This is a self-assessment tool for end-of-waste or by-product status for use in England. See [User Guide](#) for how to use the tool and [Risk Assessment Guidance](#) for help with that section. It will provide an indicative outcome, which may be submitted to the Environment Agency for their opinion.

By using this tool you are agreeing to our [Terms of Use](#).

Start a new assessment:

By-Product

End of Waste

Рисунок 1.25 – Сторінка вибору тесту

Кожна частина інструменту має розділи, які містять:

Крок 1: почати звіт із відомостей про компанію;

Крок 2: опис матеріалів та їх обробка: відомості про склад відходів, способи переробки;

Крок 3: оцінка ринку: дані про клієнтів, прибутки та ціни;

Крок 4: деталі вимог до технічного продукту;

Крок 5: детальна інформація про оцінку впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини;

Крок 6: перегляд оцінки.

Загальну оцінку можна отримати, пройшовши кроки, які визначаються як вкладки в логічному порядку (рис. 1.26).

The screenshot displays the 'Is It Waste' assessment tool interface. At the top, there are seven tabs: 'Start Report', 'Production & Composition', 'Materials Processing', 'Market Assessment', 'Technical Product Requirements', 'Environment & Impact Assessment', and 'Finalising the Assessment'. Below the tabs, there are four questions (AQ1 to AQ4) with radio button options. AQ1 asks 'Do you agree to Terms of Use for this tool?' with a checked box. AQ2 asks 'Brief Description of your business' with the text 'Plastic Pipe Manufacturer' entered in a text box. AQ3 asks 'Are you the producer of the material?' with 'Yes' selected. AQ4 asks 'Are the activities that produce the material regulated under a permit?' with 'No' selected. At the bottom, there are buttons for 'Save', 'Calculate Outcome', 'Undo Changes', and 'Submit All Evidence Files'.

Рисунок 1.26 – Тест Is It Waste

Користувач рухається по вкладках зліва направо і зверху вниз у числовому порядку. Наприкінці кожного розділу потрібно натиснути кнопку "Зберегти", щоб перейти до наступного розділу. Тест містить як закриті, так і відкриті питання: відповідь на деякі з них може бути так/ні/можливо. Іноді тест потребує розгорнутої відповіді і/або завантаження документа. Відповіді на такі запитання допомагають підприємствам з'ясувати, чи у них утворюється побічний продукт або залишаються відходи. По завершенню тесту користувач отримує звіт. Він містить питання і відповіді користувача.

### 1.2.5 Waste Designation Decision Matrix

Waste Designation Decision Matrix [9] – це інструмент, який допомагає підприємствам та місцевому самоврядуванню вирішити, як потрібно розпорядитися певними відходами, класифікувати всі небезпечні промислові відходи, які утворюються (рис. 1.27).

TEXAS COMMISSION ON ENVIRONMENTAL QUALITY

Home Air Land Water Licenses Permits Reporting

About Us Contact Us

How are we doing? Take our customer satisfaction survey

Home / Small Business and Local Government Assistance / Waste Compliance Resources / Waste Determination Matrix >> Questions or Comments: TexasEnviroHelp@tceq.texas.gov

### Enter the Waste Designation Decision Matrix

Begin here to go through this aid to businesses in deciding how certain wastes must be handled.

The law requires you to designate (or classify) all hazardous, industrial waste you generate. This is called "making a waste determination."

#### Solid Waste Classification Process

The solid waste classification process, as defined by the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) and associated state laws/rules, is not easy. In order to classify your waste as "hazardous, nonhazardous, industrial class 1, 2, or 3, special waste, or excluded" you need all the information you can possibly gather about the waste you are classifying.

Gathering the information you need to make a determination

Click on the image to enlarge it.

HAZARDOUS AND NONHAZARDOUS WASTE

Hazardous		Nonhazardous		
Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 3
Flammable	Corrosive			
Explosive	Reactive			
Toxic				

#### How To Make A Waste Determination

We have attempted to provide you with assistance in making your waste determination by providing a series of questions for you to answer. With each question we have included explanations and links to additional information that will help you make your determination. The questions are comprehensive of nearly every regulation affecting generators in Texas.

CAREFULLY answer each question by clicking on the "Yes" or "No" button associated with the question to progress to the next question in the matrix. If you are unsure of your answer, use the links to obtain more information to help you answer the question. When you reach a blue box, you have completed the matrix.

For further assistance, you may reference RG-022, *Guidelines for the Classification and Coding of Industrial and Hazardous Wastes*. This document assists generators of industrial and hazardous waste in meeting the requirements of self waste classification.

**The matrix is provided as an assistance tool. It cannot be used as a substitute for following applicable city, state, and federal laws.**

**Enter the Matrix**

Рисунок 1.27 – Інтерфейс інструменту Waste Designation Decision Matrix

Для того, щоб розпочати необхідно натиснути на кнопку "Enter the Matrix".

Недоліки системи:

- не надає звітів, які б стали гарним джерелом інформації для компаній та допомогли б у плануванні переробки;
- процес класифікації у системі доволі складний – користувачу необхідно володіти великим рівнем обізнаності щодо утворених відходів;
- оскільки сайт є власністю Техаської комісії з якості навколишнього середовища, він містить розрізнену інформацію. Тож пошук сторінки, яка стосується саме відходів потребував зусиль.

Користувачу надається ряд запитань, кожне з яких включає пояснення та посилання на додаткову інформацію – закони та норми Техасу, які

допоможуть зробити вибір(рис. 1.28). Всі питання, на які дається відповідь «Так» або «Ні» заносяться в матрицю. Якщо користувач не впевнений у відповіді, він може скористатися посиланнями, щоб отримати додаткову інформацію.

Is your waste a solid waste? [40 CFR 261.2](#)

YES

NO

#### Definition of a Solid Waste

*Solid waste* includes garbage, rubbish, refuse, sludge from a wastewater treatment plant, water supply treatment plant, or air pollution control facility, and other discarded material, including solid, liquid, semi-solid, or contained gaseous material resulting from industrial, municipal, commercial, mining, and agricultural operations, and from community and institutional activities result from (or are incidental to) operations of industry, manufacturing, mining, or agriculture — for example, wastes from power generation plants, manufacturing facilities, and laboratories serving an industry.

*Solid waste* does **not** include any of the following:

- Domestic sewage or a mixture of domestic sewage and other wastes that pass through a sewer system to a POTW;
- Industrial wastewater discharges subject to an NPDES permit;
- Irrigation return flows;
- Soil, dirt, rock, sand, and other natural or man-made inert solid materials used to fill land if the object of the fill is to make the land suitable for the construction of surface improvements;
- and more. See [40 CFR 261.4\(a\)\(1\)-\(22\)](#) for a complete listing.

### Рисунок 1.28 – Тест системи Waste Designation Decision Matrix

Після відповіді на всі запитання користувач отримує результат у вигляді таблиці з відповідною категорією відходів та описом(рис. 1.29).

You have now completed the waste determination process per RCRA.

Does the waste meet nonhazardous industrial waste classifications per [30 TAC 335.505/506/508?](#)

Yes  
Your waste appears to be a Class 1 Industrial Nonhazardous Waste.

No  
Your waste appears to be Class 2 Waste. If it is inert, non-liquid, and essentially insoluble then you may choose to evaluate for Class 3 Waste characterization.

### Рисунок 1.29 – Результат проходження тесту

В разі якщо в результаті тестування було визначено, що відходи не належать до небезпечних, видається повідомлення про те, що є можливість визначити додаткові характеристики(рис. 1.30).

**I Am Sure My Waste is Not Subject to RCRA.**

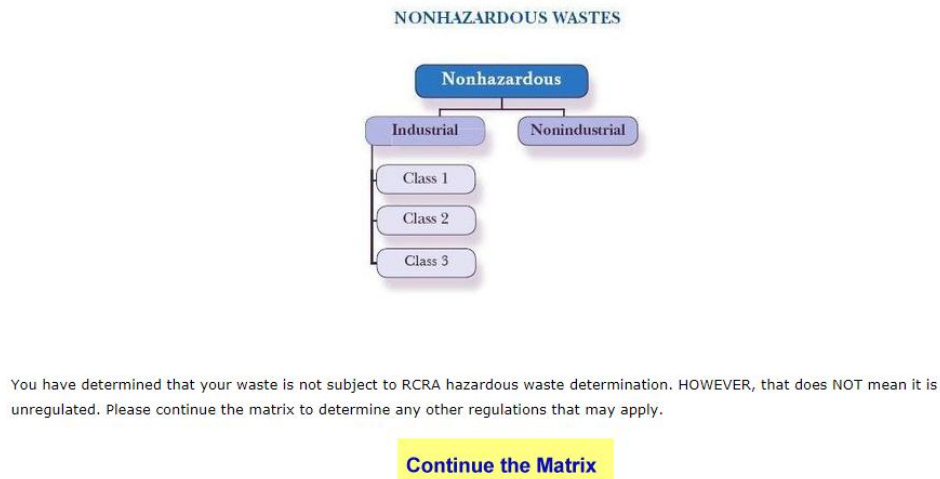


Рисунок 1.30 – Вікно визначення додаткових характеристик

### 1.2.6 Pre-waste

Pre-waste – це веб-інструмент, який допомагає у прийнятті правильного рішення та виконанні заходів з попередження відходів[10]. Метою веб-інструменту є допомога місцевим та регіональним органам влади, а також будь-якому іншому учаснику в оцінці потенціалу профілактичної діяльності – діагностична частина та результатів, очікуваних після впровадження – моніторингова частина. Схема роботи додатку представлена на рисунку 1.31.

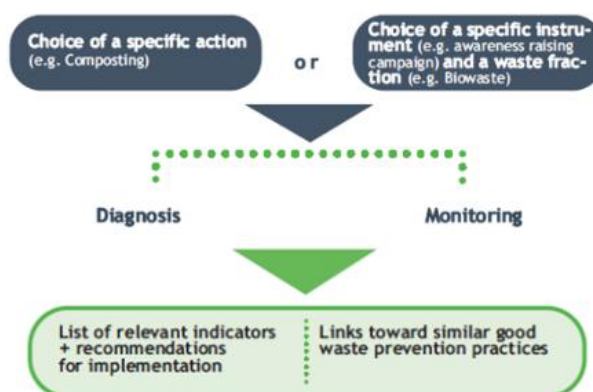


Рисунок 1.31 – Схема роботи додатку Pre-waste

Для роботи з інструментом, необхідно пройти реєстрацію та авторизацію (рис.1.32).

Рисунок 1.32 – Форма авторизації Pre-waste

Авторизований користувач матиме доступ до 2 частин (рис.1.33):

Інструмент діагностики: ця частина дозволить користувачеві визначити потенціал кожної попереджувальної дії, тобто оцінити потенційну кількість відходів, які можна уникнути.

Інструмент моніторингу: ця частина дозволить користувачеві здійснювати моніторинг одного із заходів запобігання відходів шляхом використання спеціального списку показників разом з методом їх обчислення.

Home Page

pre-waste

INTERREG IVC

Welcome Y V

LOGOUT

DISCLAIMER: The default values in use for this webtool have been set so that they can be applied to a large scope of situation, yet they might differ from your local context. Therefore, the results obtained with the calculations may contain some degree of uncertainties.

PROCESSES

**DIAGNOSIS**

This part will allow the user to determine the potential of one action before starting it, i.e. assess the potential participation and the quantities of waste that can potentially be avoided.

**MONITORING**

This part will provide the user with a list of indicators allowing the user to monitor one given waste prevention action already started and a method to calculate them.

Рисунок 1.33 – Дві частини функціоналу Pre-waste

Для кожної з цих частин пропонуються два підходи (рис.1.34):

Методи: користувач зможе ознайомитись із загальними та конкретними методами, представляти набори показників та методи їх оцінки (дані, що



підлягають збиранню, методи їх обчислення); крім того, пропонуються кількісні елементи, що полегшують ці оцінки.

Розрахунок: дозволить користувачеві вводити власні дані та безпосередньо обчислювати показники на основі свого локального контексту.

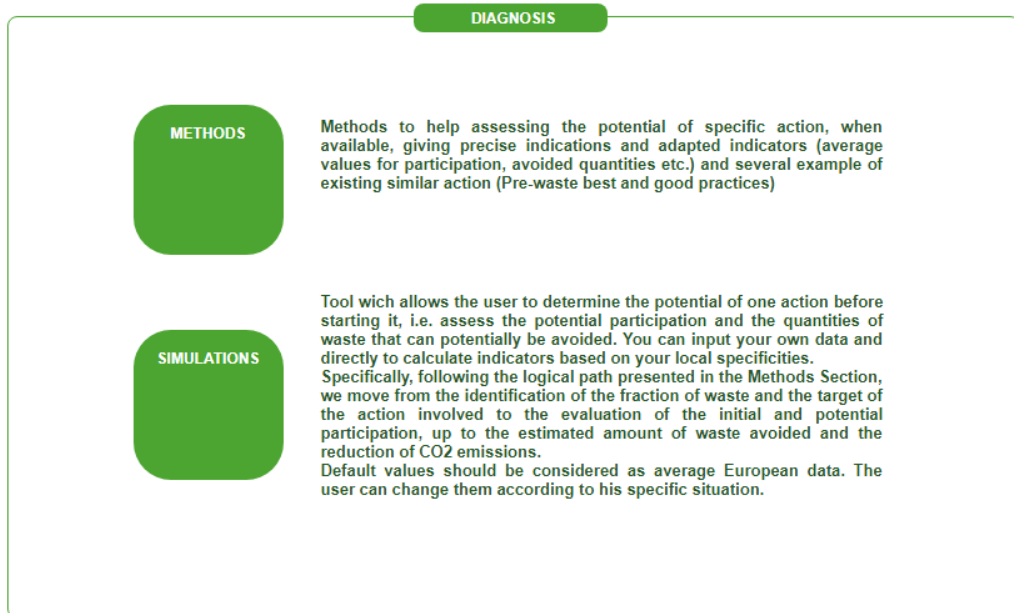


Рисунок 1.34 – Два підходи Pre-waste

Наприклад, при виборі Діагностика-Методи, є можливість переглянути які дії і в якій установі необхідно виконати для того, щоб уникнути накопичення відходів(рис.1.35).

Search by Waste Fraction
Search by Categories of Instruments
\* Required Field

Categories

Service

Help

- Categories: What does the action consist of? (Instruments)

You can select from the list a category of instruments and use "search" button. Then you can choose the specific action of your interest.

Search

Action	Waste Fraction	Action Type	Target
<a href="#">Collective composting</a>	Biowaste	Collective composting	Households
<a href="#">Food waste campagne at school</a>	Biowaste	Food waste campaign	School/university
<a href="#">Home Composting</a>	Biowaste	Home composting	Households
<a href="#">Shopping bags</a>	Packaging	Shopping Bags	Households

Рисунок 1.35 – Вікно звіту Pre-waste

## 1.2.7 Класифікатор відходів ДК 005-96

Класифікатор відходів забезпечує інформаційну підтримку у вирішенні широкого кола питань державного управління відходами на базі системи обліку та звітності[11]. З його допомогою можна проводити порівняльний аналіз структури та обсягу утворення відходів у межах Європейської статистики усіх видів економічної діяльності, а також порівняльний аналіз послуг, пов'язаних з відходами, на міжгалузевому, державному, міждержавному рівнях.

Структурно класифікатор відходів складається з двох частин: класифікації відходів (частина 1), у т. ч. специфічних відходів, утворених у сировинних, видобувних та обробних галузях економіки (розділ А), а також специфічних відходів, утворюваних у сфері надання послуг (розділ Б); класифікації послуг, пов'язаних з відходами (частина 2, розділ В). Інтерфейс системи представлено на рис. 1.36.

Класифікація відходів
Класифікація послуг, пов'язаних з відходами
Абетковий покажчик

### ЧАСТИНА 1 КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДХОДІВ

Введіть у полі нижче слово або код для пошуку

Рядків 1-10 з 5769 [СКИНУТИ](#)

КОД	Назва класифікаційного угруповання
01	<a href="#">ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА МИСЛИВСТВА</a>
011	Відходи виробництва зернових культур, продукції овочівництва та садівництва
0111	Відходи виробництва хлібних злаків та сільськогосподарських культур, н. в. і. у.
0111.1	Відходи вхідних компонентів для виробництва хлібних злаків та сільськогосподарських культур, н. в. і. у.
0111.1.1	Відходи матеріалу посадкового
0111.1.1.01	Насіння злаків хлібних та культур сільськогосподарських, н. в. і. у., зіпсоване (у т. ч. під час оброблення)
0111.1.2	Відходи добрив та матеріалів хімічних інших
0111.1.2.01	Добрива мінеральні зіпсовані, забруднені або неідентифіковані, їх залишки, які не можуть бути використані за призначенням
0111.1.2.02	Добрива тваринні та рослинні зіпсовані, забруднені або неідентифіковані, їх залишки, які не можуть бути використані за призначенням
0111.1.2.03	Засоби хімічного оброблення насіння та захисту рослин (у т. ч. пестициди, інсектициди, гербіциди, фунгіциди, регулятори росту рослин, дезінфікуючі засоби тощо) зіпсовані, заборонені для вживання, забруднені або неідентифіковані, їх залишки, які не можуть бути використані за призначенням

[показати все](#)

Рядків на сторінку Стор. 1 з 577

Рисунок 1.36 – Інтерфейс Класифікатору відходів

## ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ

На сьогоднішній день, ринок подібних систем є дуже обмеженим. Для аналізу існуючих аналогів було розглянуто як переваги, так і недоліки систем(див. табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Аналіз існуючих аналогів

Засіб	Переваги	Недоліки
1	2	3
Waste Care Calculator	можливість отримати вихідні дані як у вигляді таблиць, так і графіків.	інструмент не завжди в змозі надати актуальну інформацію; відсутня можливість скачати звіт.
Urban Waste Management	структура VBA в Excel надає простий та легкодоступний спосіб зрозуміти різні технології управління відходами; можливість оцінити викиди парникових газів, забруднення повітря, потенціал відновлення енергії, провести аналіз витрат та вигод для різних технологій; з використанням підходу інтегрованого управління відходами можна оцінити можливі скорочення впливу на навколишнє середовище; можливість використовувати значення за замовчуванням; результати подаються як у вигляді таблиць, так і графіків.	інструмент англomовний, і деякі країни відсутні при виборі, що не надає необхідної гнучкості вибору; запускається як електронна таблиця MS-Excel VBA (версії 2007 та 2010) і встановлюється на ПК та працює лише в середовищі Windows; кожного разу для зміни початкових даних, які користувач ввів в форму, потрібно зайти на веб-сайт та змінити дані сценарію.
Eco Evidence	має інтуїтивно зрозумілий	користувач повинен

	інтерфейс, що полегшує його використання; полегшує оцінку в галузі управління	володіти високим рівнем знань щоб коректно внести параметри
--	---	---

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
	навколишнім середовищем, а також дозволяє використовувати опубліковані дослідження, визначити причини поганої якості води;	та інтерпретувати результати.
Is It Waste	кожен користувач може одержати один із двох статусів: Гість або Зареєстрований користувач. Останній отримує можливість зберігати дані після виходу з сайту; можливість отримати звіт у форматі PDF.	базується лише на англійській практиці; звіт не надає детального аналізу, а лише служить для систематизації знань про утворені відходи. Щоб отримати оцінку відходів, необхідно подати звіт до Агентства з охорони навколишнього середовища; користуватися ресурсом можуть лише компанії, або особи, які мають спеціальний дозвіл; сайт доступний лише з 7 ранку по 7 вечора з понеділка по п'ятницю.
Pre-waste	надає керівні принципи планування, впровадження та моніторингу регіональної політики щодо запобігання відходів; надає зручне табличне представлення інформації; 27 варіантів дій для запобігання відходів;	значення за замовчуванням можуть відрізнятися від локального контексту. Тому результати, отримані при розрахунках, можуть містити певну ступінь невизначеності; відсутня можливість скачати звіт.

	<p>значення за замовчуванням можна застосувати до великого обсягу даних; можливість оцінити ефективність заходів з профілактики відходів та провести їх моніторинг.</p>	
--	---	--

Можемо зробити висновок про те, що існуючі програмні продукти для управління відходами здебільшого не аналізують інформацію, яка має вплив на прийняття рішення, а покривають лише деякий конкретний функціонал. Це свідчить про те що немає єдиної цілісної системи управління відходами. Також більшість систем розраховані на англomовного користувача. Схожих ресурсів на українському ринку дуже мало. Досить відомим є Класифікатор відходів ДК 005-96. Його перевагами є те, що він має абетковий покажчик, призначений для полегшення і прискорення пошуку необхідних угруповань відходів. Також інструмент дозволяє класифікувати як відходи, так і послуги, пов'язані з відходами. Разом з тим, система не надає можливість приймати рішення та аналізувати види відходів.

Всі недоліки і переваги були враховані при розробці україномовного продукту, який би міг включати усі необхідні функції і надавати управлінське рішення особам, які приймають рішення, а також створено нову систему, єдину у своєму роді на території України.

## 2 АРХІТЕКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНЕ НАПОВНЕННЯ СИСТЕМИ

### 2.1 Архітектура СППР для управління відходами

Загальна структура системи підтримки прийняття рішень складається з чотирьох компонентів: підсистеми керування даними; підсистема керування моделлю; підсистема управління знаннями та користувальницький інтерфейс. Підсистема керування даними включає в себе базу даних та систему управління базами даних(СУБД), яка зазвичай підключається до сховища даних. Підсистема керування моделлю – це програмне забезпечення, яке включає кількісні моделі з аналітичними можливостями та відповідне програмне забезпечення. Підсистема управління знаннями надає інтелект для полегшення процесу прийняття рішень. Підсистема користувальницького інтерфейсу опосередковує спілкування між користувачами та системою. Загальна структура СППР показана на рисунку 2.1.

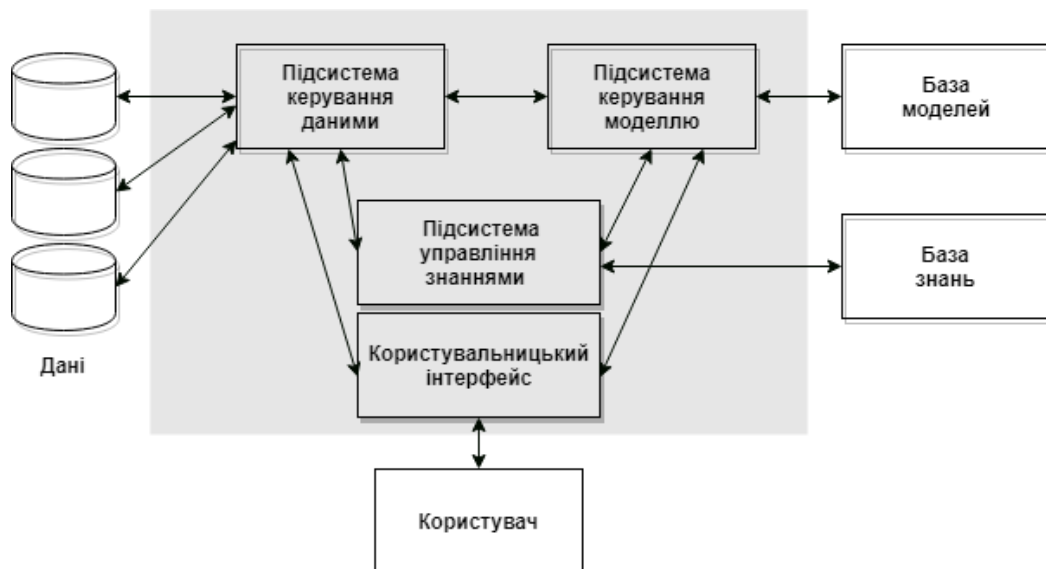


Рисунок 2.1 – Загальна структура СППР

Для підтримки ухвалення рішень для утилізації і переробки відходів була розроблена функціональна структура, яка представлена на рис. 2.2.

Етап розроблення архітектури програмної системи є дуже важливим, з огляду на те, що на цьому етапі визначаються принципи роботи системи, користувацькі інтерфейси, а також компоненти системи та зв'язки між ними.

СППР складається з 6 модулів: управління, візуалізації, введення, зберігання і обробки даних, та аналізу.

Модуль управління служить для синхронізації роботи всіх модулів СППР і організації взаємодії з ОПР. З його допомогою здійснюється проведення дослідження та вибір необхідних для цього методів і моделей. Модуль візуалізації служить для графічного відображення досліджуваних альтернатив і результатів їх аналізу.

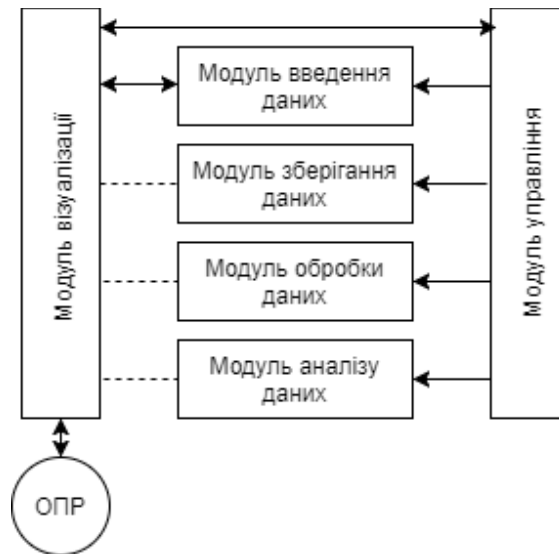


Рисунок 2.2 – Функціональна структура СППР для управління відходами

Модуль введення даних дозволяє готувати і коригувати вихідні дані, а також дає можливість ОПР вводити дані, підготовлені поза СППР, зберігати і відновлювати задану конфігурацію СППР для проведення дослідження та отримання результатів обробки вихідних даних.

Модуль зберігання даних дозволяє зберігати дані, оптимізовані для виконання різних аналітичних операцій. Являє собою БД певної структури, яка забезпечує швидке виконання аналітичних запитів. Дані з БД використовуються безпосередньо ОПР для розрахунків за допомогою математичних моделей.

Модуль обробки даних здійснює обробку вихідних даних за допомогою статистичних методів, OLAP-технологій, Data Mining, експертних технологій або їх комбінації і/або перевірку узгодженості та достовірності експертних оцінок.

Модуль аналізу даних служить для проведення дослідження альтернатив математичними методами і методами обробки інформації,

одержуваної від експертів. Він включає в себе блоки, які реалізують різні методи аналізу альтернатив.

## 2.2 Аналіз класифікаційних груп СППР

СППР являють собою інтерактивні комп'ютерні системи та підсистеми, призначені для того, щоб допомогти фахівцям, які приймають рішення, використовувати дані, документи, знання та/або моделі для виконання завдань процесу прийняття рішень. Існує ряд систем підтримки прийняття рішень. Вони можуть бути розділені на п'ять типів[12]:

- орієнтовані на дані (Data-driven DSS);
- орієнтовані на моделі (Model-driven DSS);
- орієнтовані на знання (Knowledge-driven DSS);
- орієнтовані на документи (Document-driven DSS);
- орієнтовані на комунікації та групові (Communications-Driven DSS);

Data-driven DSS забезпечують доступ і маніпулювання великими базами структурованих даних, найчастіше впорядкованих за часом внутрішньокорпоративних або зовнішніх. В цих системах основою для складання запитів і вибірки необхідної інформації служать прості засоби для доступу до файлів, вони ж забезпечують необхідне агрегування даних і, якщо є необхідність, то і всі обчислення. Можна виділити чотири субкатегорії орієнтованих на дані СППР: перші – на основі сховищ даних; OLAP-системи; виконавчі інформаційні системи; просторові (територіальні) СППР (Spatial DSS).

Особливістю Model-Driven DSS є використання обмежених за розмірами наборів даних і параметрів, їх обсяг не повинен більше, ніж потрібно для створення репрезентативної моделі, необхідної для аналізу фінансової або економічної ситуації. Деякі системи, побудовані на принципах OLAP, можна розглядати як гібридні, що поєднують у собі властивості керованих моделями та керованих даними системам.

Knowledge-driven DSS ще називають Suggestion DSS («рекомендаційні») або Management Expert System, оскільки вони можуть давати менеджеру певні вказівки або робити припущення, ґрунтуючись на правилах бізнесу і базі знань. Такі системи можна представляти як системи «добування» прихованих знань в базах знань. Вони забезпечують перегляд великих обсягів даних і виділення контексту.

Document-driven DSS забезпечують пошук, виділення, класифікацію в неструктурованих документах. Вони ґрунтуються на комплексі



найрізноманітніших пошукових технологій, включаючи техніки роботи з гіпертекстовими документами, аудіо- та відеофайлами.

Communications-Driven і Group DSS є інтерактивними комп'ютеризованими системами, які призначені для полегшення розв'язання проблем спільною роботою творців рішень як групи. Групове програмне забезпечення підтримує електронний зв'язок, планування (побудову графіків робіт), роздільне створення документів й інші засоби групової роботи та підвищення ефективності оброблення інформації, що сприяє прийняттю рішень.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика типів СППР

Тип СППР	Користувачі	Мета	Технології розгортання	Приклади
1	2	3	4	5
Орієнтовані на дані	Менеджери, співробітники, постачальники товарів/ послуг	Запит бази даних або сховища даних для пошуку відповідей для конкретних цілей	Веб або клієнт-сервер	Комп'ютерні БД, які перевіряють систему запитів (відображення лінії тренду у продажах)
Орієнтовані на моделі	Менеджери, співробітники компанії або люди, які взаємодіють з організацією	Аналіз рішень або вибір між різними варіантами	Веб, клієнт-сервер, програмне забезпечення на автономних комп'ютерах	Організація ротацій кадрів, передбачення майбутніх витрат, податкове планування
Орієнтовані на знання	Користувачі в організації або споживачі	Надання консультацій з управління або вибору продуктів/послуг	Веб, клієнт-сервер, ПЗ на автономних комп'ютерах.	Алгоритми, такі як ліміти Stop-Loss на біржовому ринку
Орієнтовані на	Різні групи користувачів	Пошук веб-сторінок та	Веб або клієнт-	Пошукові системи, які

документи		документів за набором ключових слів або пошукових термінів	сервер	займаються HTML-сторінками, pdf-файлами, відеофайлами
-----------	--	--	--------	---

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Орієнтовані на комунікації	Внутрішні команди, включаючи партнерів	Допомога в проведенні зустрічей або взаємодії з користувачами	Веб або клієнт-сервер	Програми для обміну миттєвими повідомленнями

Було проведено аналіз класифікаційних груп систем підтримки прийняття рішень з метою вибору оптимального типу реалізації. В результаті було обрано розробку системи, орієнтовану на моделі. Згідно з [13], такі системи забезпечують доступ до кількісних моделей, використовують статистичні, фінансові, оптимізаційні і/або імітаційні моделі для надання допомоги у прийнятті рішень. Система DSS, керована моделями використовує дані та параметри, надані ОПР для того аби допомогти їм в аналізі ситуації. При цьому моделі не потребують надто великих баз даних.

Системи, керовані моделями здатні надати користувачам такі функціональності:

- зміна параметру моделі або аналіз "what if". Виконання аналізу передбачає зміну вхідного параметра моделі в розумному діапазоні;
- створення та керування сценаріями. Сценарій являє собою певну комбінацію значень, призначених для однієї чи кількох змінних комірок у моделі. У програмі Excel сценарії можуть містити до 32 змінних. Підсумок сценарію аналізує взаємозв'язок між сценаріями. Деякі системи мають попередньо визначені сценарії, тоді як інші дають змогу користувачам додавати та змінювати сценарії;
- вилучення певних історичних даних із зовнішньої бази даних. Наприклад, система для інвестиційного аналізу може забезпечити можливість вилучення історичної інформації про ринок;
- формування аналізу чутливості. Користувачі можуть визначити вплив систематичних змін у значеннях однієї або двох змінних на результати

моделі. Аналіз чутливості зазвичай визначається заздалегідь і крім таблиць даних, часто надаються діаграми для візуального відображення результатів.

Переваги систем, заснованих на моделях: аналіз більшої кількості альтернатив; отримання розуміння того, як працює процес; прийняття кращих і більш ефективних рішень; скорочення канцелярської роботи; зменшення витрат і економія часу, особливо скорочення часу на процес прийняття рішень.

### 3 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА БАЗИ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ

Останні кілька десятиліть в якості засобів для отримання розуміння проблем екологічного менеджменту та забезпечити корисну інформацію для осіб, які приймають рішення, використовуються математичні статистичні моделі, чисельні алгоритми і засоби комп'ютерного моделювання.

Система підтримки прийняття рішення, заснована на моделі, повинна підтримувати наступні вимоги:

- створення нових моделей або з нуля, або через модифікацію існуючих моделей, або через інтеграцію та, можливо, модифікацію деяких існуючих або стандартних блоків моделей;
- просте моделювання моделей, включаючи інтерактивне визначення вхідних даних моделі, візуальне представлення результатів моделювання та порівняння з експериментальними даними;
- використання моделей для моніторингу результатів фактичного рішення з метою перевірки адекватності та життєздатності моделі.

#### 3.1 Оптимізація заходів щодо запобігання та управління відходами

Ієрархії відходів недостатньо для визначення пріоритетів заходів щодо запобігання відходів. Запропонована методика визначає пріоритетності заходів з використанням Оцінки життєвого циклу(LCA) та математичного програмування. Система розрахована на ОПР, які здійснюють профілактику відходів з урахуванням обмежених економічних ресурсів для запобігання екологічних наслідків. Підхід включає в себе три основних етапи:

- 1) кількісна оцінка відходів, які завдяки попереджувальним заходам не були направлені на полігон;
- 2) розрахунок впливу на навколишнє середовище, якого вдалося уникнути;

3) розрахунок економічних показників впровадження попереджувальних заходів.

Першим кроком є кількісне визначення відходів, яких вдалося уникнути за допомогою кожного заходу  $i$ . Ця кількість обчислюється починаючи з кількості, яка утворюється в стадії  $k$  життєвого циклу  $j$  певними зацікавленими учасниками або цільовою групою ( $Q_{утвор\ j,k}$ ). В разі не застосування ніяких заходів, передбачається, що відходи направляються на полігон. З цієї кількості визначається максимальна кількість відходів, які потенційно можна уникнути в разі застосування заходу  $i$  на стадії  $k = p$  ( $Q_{потенц\ i,j,k=p}$ ). Проте з різних причин кількість, яку фактично вдається уникнути може бути меншою, ніж потенційна кількість (наприклад, через неефективність кампанії або низьку реакцію споживачів тощо). Тому вводиться параметр, який дорівнює реальній кількості, яку вдається уникнути з використанням заходу  $i$  на стадії  $k = p$  ( $Q_{нопередж\ i,j,k=p}$ ). Ці три величини виражаються в тоннах або в тоннах на рік. Загальна кількість ( $Q$ ) може бути розрахована, як показано в рівнянні(3.1).

$$Q_{утвор} = q \times Inh, \quad (3.1)$$

де  $q$  – це відносна величина, виражена в кг на душу населення;

$Inh$  – це кількість мешканців у визначеній географічній зоні.

Щоб оцінити кінцеву кількість відходів, які потенційно або фактично вдалось запобігти, враховуються два чинники:

Коефіцієнт охоплення, або коефіцієнт покриття ( $S$ ) – абсолютна кількість відходів, яка потенційно або фактично запобігається, залежить від об'єкта дії порівняно з розміром системи, наприклад, для дій, орієнтованих на громадян – це загальна чисельність населення району. Обсяг ( $S$ ) визначає цільову групу як відсоток від загального обсягу. Щоб визначити  $S$ , необхідно розглянути, які ресурси доступні (наприклад, з точки зору бюджету).

Коефіцієнт участі ( $P$ ) – показник, який визначає користувачів у цільовій групі, які ефективно беруть участь у заходах. Для оцінки  $P$  можна дотримуватись різних підходів, таких як ведення опитувань.

З врахуванням цих факторів загальна кількість потенційно попереджених відходів розраховується як показано у (3.2).

$$Q_{\text{потенци}_{i,j,k=p}} = Q_{\text{утвор}_{j,k=p}} \times Si \quad (3.2)$$

Загальна кількість фактично попереджених відходів – показана у (3.3).

$$Q_{\text{попередж}_{i,j,k=p}} = Q_{\text{потенци}_{i,j,k=p}} \times Pi \quad (3.3)$$

Другий крок – це розрахунок впливу на навколишнє середовище, якого вдалося уникнути. Загальний вплив на навколишнє середовище ( $I_{\text{заг}}$ ) складається з 15 різних категорій впливу, рекомендованих Європейською Комісією як метод ILCD (Міжнародна довідкова система життєвого циклу)[14] і визначається з використанням етапів нормалізації та зважування. Перед цим обчислюється вплив на навколишнє середовище ( $I_{i,a}$ ), усунутий за допомогою кожного з запобіжних заходів для кожної категорії впливу залежно від рівня ієрархії. В даній роботі розглянуто такі заходи, як попередження та переробка.

В роботі було проведено розрахунок екологічного впливу, який можна уникнути в кожній окремій категорії внаслідок кожного з заходів за умови, що самі профілактичні заходи не вносять додаткових впливів див. вираз (3.4). Наприклад, запобігання харчових відходів призводить до збільшення реального доходу, що в свою чергу призводить до витрат на альтернативні продукти та послуги, які можуть мати більш високий вплив на навколишнє середовище.

$$I_{i,a} = \sum_j \sum_{k=1}^{k=p} EI_{j,k,a} \times Q_{\text{попередж}_{i,j,k=p}} + \sum_j EI_{j,k=EoL,a} \times Q_{\text{попередж}_{i,j,k=p}} \quad \forall i_{\text{попередж},a} \quad (3.4)$$

де  $I_{i,a}$  – вплив на навколишнє середовище, якого вдається уникнути, виконуючи заходи  $i$  у категорії впливу  $a$  (вимірюється в одиниці впливу на навколишнє середовище). Передбачається, що самі профілактичні заходи не вносять додаткових впливів.

$EI_{j,k,a}$  – це вплив на навколишнє середовище на етапі  $k$  життєвого циклу  $j$  у категорії впливу  $a$  (вимірюється в одиниці впливу на навколишнє середовище на тонну відходів);

$Q_{\text{попередж}}_{i,j,k=p}$  – це кількість відходів, яких вдалось попередити за допомогою заходів  $i$  на етапі  $k = p$  життєвого циклу  $j$  (вимірюється в тонах).

$k = 1$  – перший етап ЖЦ;

$k = p$  – етап ЖЦ, на якому відбувається захід  $i$ ;

$k = EoL$  – етап, який означає кінець ЖЦ (тобто захоронення);

Схематичне представлення підходу відображено на рис. 3.1.

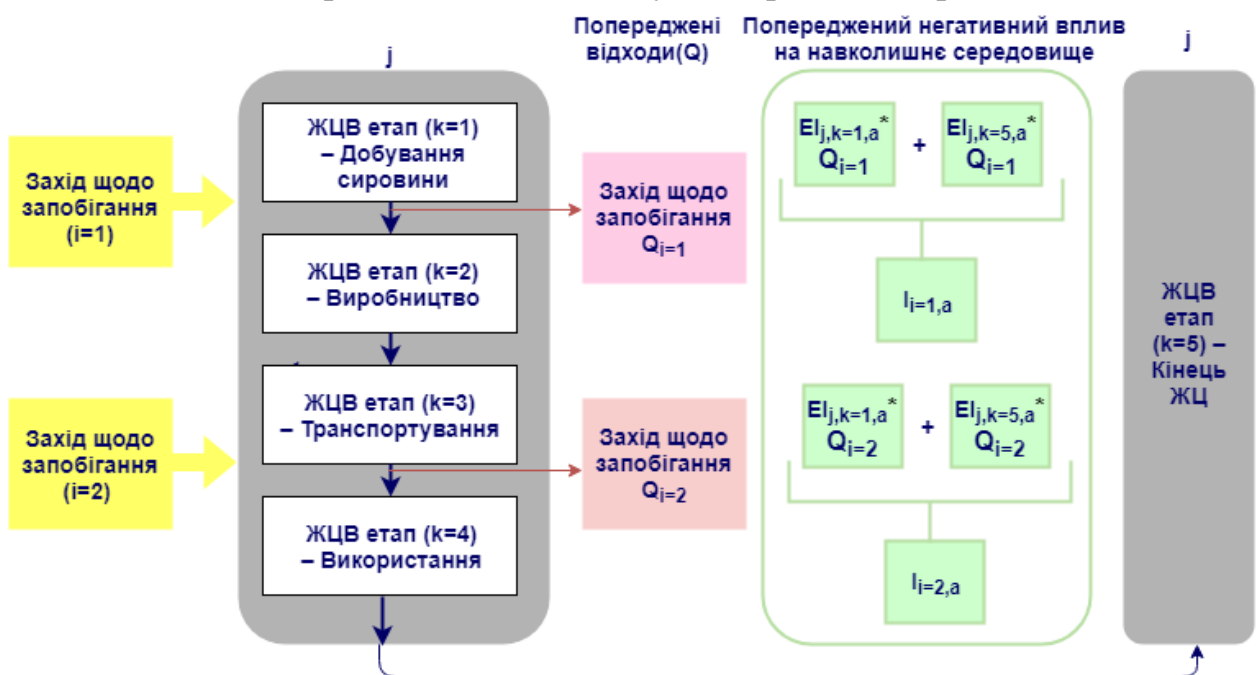


Рисунок 3.1 – Схематичне представлення розрахунку екологічного впливу

Також у роботі було проведено розрахунок зменшення впливу на навколишнє середовище ( $I_{i,a}$ ) під час переробки та утилізації. Хоча ці заходи представлені в ієрархії відходів в якості різних етапів, вони представляються однаковими рівняннями. Цей тип заходів заміщує захоронення в кінці життєвого циклу ( $EoL$ ) альтернативним варіантом управління ( $AEoL$ ). Таким чином, вплив вважатиметься рівним впливу етапу  $EoL$ , якого вдалось уникнути (тобто захоронення), за винятком впливів  $AEoL$ .

Рівняння, представлене у (3.5) дозволяє розрахувати вплив, якого вдалось уникнути у кожній категорії впливу на навколишнє середовище з використанням кожного заходу. Заходи з переробки або утилізації

відносяться до альтернативного варіанту поводження з відходами, і враховують додаткові наслідки.

$$I_{i,a} = \sum_j EI_{j,k=EoL,a} \times Q_{\text{попередж}i,j,k=p} - \sum_j EI_{j,k=AeOL,a} \times Q_{\text{попередж}i,j,k=p} \quad \forall i_{\text{попередж},a} \quad (3.5)$$

Схематичне представлення підходу відображено на рис. 3.2.

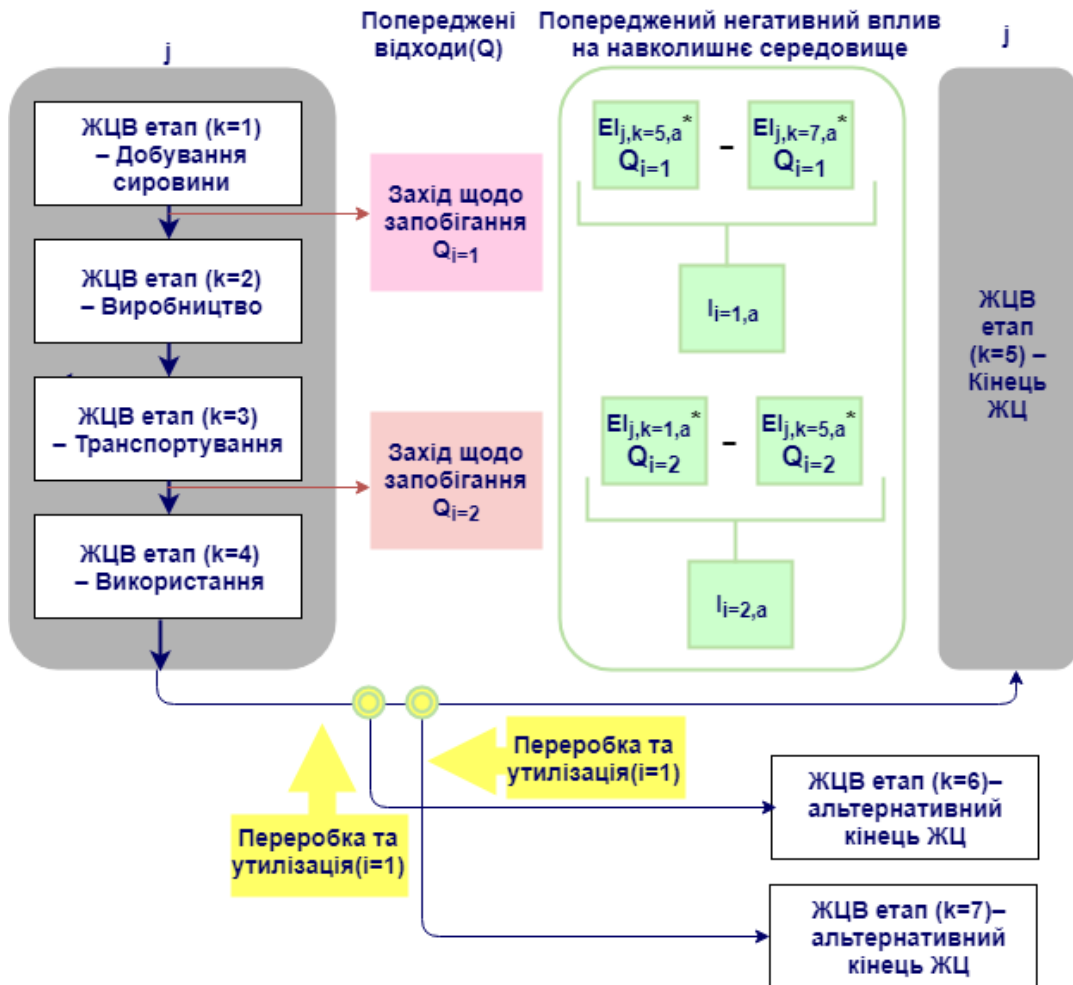


Рисунок 3.2 – Схематичне представлення розрахунку екологічного впливу

Нормалізація та зважування є обов'язковими етапами в LCA. Але в разі якщо виникає необхідність в отриманні оцінки загального впливу на навколишнє середовище різних категорій впливу, нормалізація та зважування стають обов'язковими кроками. Щоб обчислити загальний вплив на навколишнє середовище ( $I_{заг}$ ), використовується рівняння, представлене у (3.6). Етап нормалізації пов'язує величину результату показника категорії впливу і еталонну систему (шляхом ділення впливу в кожній категорії ( $I_{i,a}$ ))

на оціночні наслідки, утворені в окремому регіоні у відповідному році ( $N_a$ )). Далі етап зважування корегує відносну значення кожної категорії впливу на основі визначених користувачем критеріїв. Результат представляє собою добуток кожного нормалізованого впливу і відсоткового пункту ( $\omega_a$ ).

$$I_{заг} = \sum_a \sum_i \frac{I_{i,a} \times \left(\frac{\omega_a}{100}\right)}{N_a} \quad (3.6)$$

де  $\omega_a$  – це вага впливу категорії  $a$  (у %).

$N_a$  – це нормалізоване значення категорії впливу  $a$  (вимірюється в одиницях категорії впливу).

Останній етап – розрахунок економічних показників впровадження попереджувальних заходів. Для кількісної оцінки економічного впливу заходів запобігання відходів можуть використовуватися декілька економічних показників, таких як фінансові витрати, економічна цінність або фінансова вигода. Як правило, особи, що приймають рішення, мають обмежений бюджет на запобігання відходів, в рамках якого неможливо вжити всіх можливих заходів. Саме тому для розрахунку було використано такий економічний показник як фінансові витрати, пов'язані з кожним рішенням. Цей показник включає початковий інвестиційний капітал, операційні та інші загальні витрати.

Для розгляду амортизації устаткування, яка може бути включена в модельне рішення, необхідно обрати реалістичний термін. Початкові інвестиційні витрати моделюються, щоб повністю вплинути на фінансові показники першого року, тоді як періодичні операційні витрати (змінні та/або фіксовані) моделюються протягом вибраного періоду часу.

Для розрахунку річної чистої поточної/приведеної вартості (NPV) кожного рішення, необхідно обрати ставку дисконтування ( $r$ ), що відображає соціальну вартість капіталу. Для розрахунку річної фінансових витрат на кожний захід ( $C_{річн_i}$ ) використовується рівняння (3.7).

$$C_{річн_i} = \frac{\sum_t \frac{CF_{t,i}}{(1+r)^t}}{t} \forall i \quad (3.7)$$



де  $CF_{t,i}$  – річна вартість грошових потоків за кожний період  $t$  для кожного заходу (вимірюється в гривнях);

$t$  – період часу, що розглядається;

$r$  – ставка дисконтування (відображає вартість грошей з урахуванням часового чинника і ризиків).

Загальні річні фінансові витрати ( $C_{заг}$ ) обчислюються у рівнянні (3.8).

$$C_{заг} = \sum_i C_{річн_i} \quad (3.8)$$

ОПР необхідно здійснити оптимальні заходи профілактики відходів з урахуванням обмежених економічних ресурсів для досягнення найвищого рівня попередження екологічних наслідків протягом всього життєвого циклу.

Для вирішення цієї задачі, потрібно визначити такі параметри та фактори:

- набір заходів профілактики та управління;
- набір етапів життєвого циклу;
- набір категорій впливу на навколишнє середовище;
- щорічна кількість відходів, що утворюються на етапі  $k$  життєвого циклу  $j$  ( $Q_{утвор_{j,k}}$ ) та вплив на навколишнє середовище кожного етапу життєвого циклу  $j$  у кожній категорії впливу  $a$  ( $EI_{j,k,a}$ );
- щорічна кількість відходів, що вдається запобігти заходом  $i$  на стадії  $k = p$  життєвого циклу  $j$  ( $Q_{попередж_{i,j,k=p}}$ );
- набір нормалізованих та вагових параметрів для категорій впливу;
- річна вартість кожного заходу  $i$  ( $CF_{t,i}$ );
- річний бюджет ( $B$ ).

Результатом є оптимальний набір заходів, що максимізують загальний вплив на навколишнє середовище, якого можна уникнути, не перевищуючи бюджет. Запропонована модель лінійного програмування представлена у (3.9). Цільовою функцією виступає максимізація впливу на навколишнє середовище, якого вдалося запобігти  $I_{заг}$ , а загальна вартість повинна бути менше або дорівнювати заданому цільовому значенні, яке в цьому випадку відповідає бюджету ( $B$ ), див. вираз (3.9).

$$\sum_i x_i \times C_{рiчн_i} \leq B \quad (3.9)$$

$$\forall i$$

де  $I_{заг}$  є загальним впливом на навколишнє середовище, обчисленим за описаною формулою.

$x_i$  – це бінарна змінна, яка приймає значення 1 у випадку, коли запобіжний захід впроваджується, і 0 в іншому випадку.

Модель була реалізована в пакеті для вирішення задач лінійного програмування `lp_solve`.

### 3.2 Вибір засобу для реалізації моделі

Моделі можуть бути розроблені на різних мовах програмування, таких як Java, C# та C++, і з різноманітними програмними пакетами, включаючи електронні таблиці та пакети моделювання.

Для настільних систем, що базуються на моделях часто використовуються електронні таблиці. Для веб-орієнтованих застосунків використовують здебільшого пакети моделювання, які допомагають користувачам створювати та управляти моделями.

Під час розробки моделей лінійного програмування можуть виникати проблеми, такі як обмеження бюджету та вимоги клієнтів, що можуть перешкоджати використанню комерційних лінійних програмних рішень [15]. У таких випадках одним із варіантів є використання інструментів із відкритим вихідним кодом. Було проведено аналіз таких систем:

- GNU Linear Programming Kit (GLPK);
- COIN-OR Linear Programming (CLP);
- `lp_solve`.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика типів СППР

	Взаємодія з користувачем	Підтримка мов програмування	Підтримка форматів
GLPK	через командний рядок або через API	Java, C#, Visual Basic	MPS, Free MPS, LP, GLPK, MathProg
CLP	через командний рядок або через API для C++	C++	MPS, Free MPS, LP

lp_solve	IDE або API	C, C++ , Pascal, Delphi, Java, VB, C #, VB.NET	MPS, Free MPS, LP
----------	-------------	--	----------------------

GLPK – це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, написане в ANSI C, що дозволяє вирішувати задачі лінійного програмування. Є безкоштовною альтернативою MATLAB. GLPK підтримує мову моделювання GNU MathProg, яка є частиною мови AMPL.

Основними його алгоритмами є:

- рішення прямої задачі лінійного програмування симплексним методом;
- двоїстий симплексний метод;
- метод внутрішньої точки.

CLP – інструмент, написаний на мові програмування C++. Він вирішує задачі лінійного програмування за допомогою таких же методів, як і GLPK. Вона призначена, перш за все, використовуватися як бібліотека, яку можна викликати, але доступна також базова, самостійна версія, яка використовується для того щоб знайти рішення математичних задач оптимізації(3.10).

$$\begin{aligned}
 & \min c^t x \\
 & row_{\text{нижн.границя}} \leq Ax \leq row_{\text{верх.границя}} \\
 & column_{\text{нижн.границя}} \leq x \leq column_{\text{верх.границя}}
 \end{aligned} \tag{3.10}$$

lp\_solve – це бібліотека, набір процедур, який можна викликати практично з будь-якої мови програмування для вирішення проблем лінійного програмування.

Переваги LPSolve:

- розв’язання задач цілочислового програмування;
- немає обмежень на розмір моделі;
- має потужний інтерфейс API;
- має можливість конвертувати один формат моделі в інший;
- забезпечує аналіз чутливості.

### 3.3 Реалізація моделі за допомогою lp\_solve API

Сформульовану модель було впроваджено у `lp_solve`. Існує декілька способів передачі даних у бібліотеку[16]: через API, через вхідні файли та за допомогою IDE. Вирішення будь-якого управлінського завдання пов'язане з прийняттям рішень. Але для прийняття правильного рішення часто доводиться аналізувати всі критерії, щоб визначити найбільш важливі критерії і правильно оцінити їх. Саме цю задачу вирішуватиме система.

Стандартний, `lp_solve` підтримує кілька типів вхідних файлів. Загальновідомий формат MPS підтримується більшістю засобів, але для користувачів він не є зручним. Інший формат – це формат `lp`, що є більш читабельним. `lp_solve` має унікальну можливість використовувати введену користувачем процедуру для ініціалізації моделі. Існує також програма драйверів під назвою `lp_solve`, яка використовує API для надання додатку командного рядка для вирішення моделей. Ця програма виключає необхідність знання API або мови програмування. Можна просто помістити свою модель у програму, використовуючи спеціальний файл, і вона вирішить модель і видасть результат.

Вся функціональність LPSolve IDE доступна за допомогою графічного та дуже зручного програмного забезпечення. Функціонал системи включає: синтаксичну перевірку моделі, перегляд матриці, експортування результату в CSV, HTML, RTF, перегляд статистики(рис.3.3).

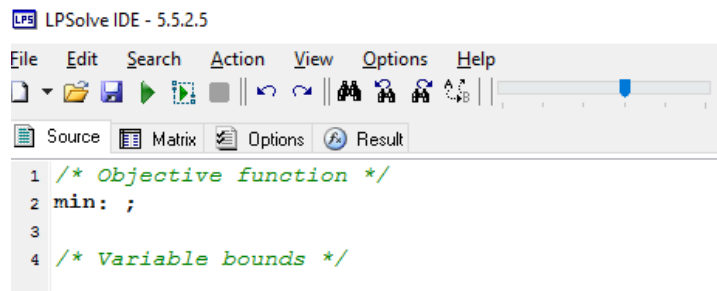


Рисунок 3.3 – LPSolve IDE

Після створення програми за допомогою коду C# виникла потреба в оптимізації для вибору оптимальної системи переробки відходів, що мінімізує витрати. Таким чином, `lp_solve` було інтегровано в програму. Для використання `lp_solve` було виконано такі дії: додано NuGet пакет та `lp_solve55.dll` до проекту; викликано метод `Init()`. Є два способи викликати `lp_solve` API з програми: статично та динамічно. Перший спосіб не передбачає додаткових файлів у програмі, щоб викликати `lp_solve`, оскільки

код вже міститься у виконуваному файлі. Було надано перевагу другому способу, при якому `lpsolve` відокремлено від програми. Існує два способи прив'язки динамічної бібліотеки до програми: неявне та явне посилання. Це залежить від мови програмування: деякі підтримують лише один варіант, деякі можуть виконувати обидва способи. Явне посилання є більш доцільним для інтерпретованих мов, таких як Visual Basic, але він також може бути використаний в C/C++, якщо це необхідно.

Програма викликає `lp_solve` для побудови та вирішення моделі лінійного програмування. Код програми представлено у додатку А.

## 4 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ

### 4.1 Обґрунтування вибору технології розробки

Способи розробки web-додатків можуть бути розділені на категорії [17]: підходи, засновані на програмуванні або скриптах: зовнішні програми або скрипти; розширення web-сервера; підходи, засновані на використанні шаблонів web-сторінок, що включають вставки коду скриптів і спеціальних серверних тегів; об'єктні середовища (каркаси, фреймворки).

В програмному підході є зовнішня програма, написана на деякій універсальній мові програмування високого рівня (наприклад, Java або C++) або скрипт, написаний за допомогою скриптової мови, виконання якого проводиться також за допомогою зовнішньої програми – інтерпретатора скриптів. Основною проблемою програмного підходу до розробки web-додатків є їх орієнтація на написання коду. Розмітка HTML і інші конструкції форматування вбудовуються в логіку роботи програми за допомогою операторів виведення. Це обмежує можливості web-дизайнерів вносити свій вклад в оформлення створюваного додатку сторінки. Web-дизайнер може розробляти макет сторінки, а програміст повинен потім перетворювати його в код і зв'язати зі скриптом або програмою. Для зміни практично будь-якого елемента сторінки потрібне втручання програміста, чи стосується це зміни логіки роботи програми, або зміни оформлення і розташування елементів сторінки.

Найпростіший спосіб динамічно формувати web-сторінки у відповідь на HTTP запит полягає в тому, щоб передати роботу по вирішенню необхідної задачі і формування HTML сторінки зовнішній програмі, яка повинна отримувати передані в HTTP запиті вхідні параметри і сформувати вихідну сторінку на мові HTML.

Першою широко застосовуваною, незалежною від типу web-сервера, програмною технологією створення і виконання web-додатків була технологія Common Gateway Interface (CGI, загальний шлюзовий інтерфейс). Вона визначала набір правил, яким повинна слідувати програма, щоб вона могла виконуватися на різних HTTP серверах і операційних системах.

Технологія CGI є досить простим способом динамічно формувати інформацію в web-мережі, але вона має істотні недоліки, які роблять її не практичною в більшості випадків:

– основною проблемою є продуктивність: для кожного HTTP запиту до CGI програми web-сервер запускає новий процес, який закінчує роботу тільки після завершення програми. Робота зі створення і завершення процесів є досить трудомісткою, що може дуже швидко знизити продуктивність системи, крім цього різні активні процеси починають конкурувати за системні ресурси, такі як оперативна пам'ять.

– для складання і налагодження CGI програм розробник повинен володіти чималим досвідом програмування на одній з мов, на яких можна програмувати CGI програми.

– в CGI програмах програмний код і код розмітки повністю перемішані. Дизайнер повинен знати програмування, щоб міняти структуру web-сторінок.

Недоліки технологій CGI можна також подолати шляхом розширення можливостей web-серверів за допомогою спеціальних компонентів. Використовуючи такі розширення, програми, що формують HTTP відповіді, можуть виконуватися більш ефективно, без необхідності їх завершення після обробки кожного запиту і за рахунок використання загальних ресурсів декількома додатками. Такі технології зазвичай надають можливість зберігати в основній пам'яті дані сеансів роботи користувачів, які взаємодіють з додатком протягом великого числа HTTP запитів.

Підходи, засновані на шаблонах використовують в якості адресованих об'єктів (що мають URL-адресу) не програми або скрипти, а «шаблони». По суті шаблони є HTML файлами з додатковими "тегами", які задають методи включення динамічно формованого контенту. Таким чином, файл шаблону містить HTML код, який описує загальну структуру сторінки, і додаткові серверні теги, розміщені таким чином, щоб сформований з їх допомогою зміст сторінки мав необхідний вигляд.

#### 4.1.1 Порівняльний аналіз технологій PHP, ASP і JSP

В даний час до найбільш поширених технологій розробки web-додатків на основі шаблонів, відносяться наступні: PHP, Active Server Pages (ASP) і Java Server Pages (JSP). Для вибору серед цих технологій було проведено аналіз, результати якого представлено у табл.4.1.

Технологія «PHP Hypertext Preprocessor» або просто PHP дозволяє розробникам вбудовувати програмний код в шаблони, за допомогою мови, схожого з мовою скриптів Perl. Переваги: проста для розуміння скриптова

мова, інструменти з відкритим кодом, велика кількість хостингових компаній, можливість використовувати як для Windows, так і для Linux. Недоліки: слабкі можливості повторного використання коду.

У ASP шаблони (також, як і в PHP шаблони) можуть включатися блоки, виділені за допомогою тегів `<% ...%>`, які містять код скрипта, що виконується інтерпретатором ASP шаблонів, при формуванні відповіді. Переваги: простота, вигідний тарифний план хостера, взаємодія з MS Access, відсутня необхідність в додаткових базах даних, можливість використовувати будь-яку кількість екземплярів та таблиць баз даних, переваги в швидкості в порівнянні з іншими технологіями, заснованими на скриптах. Недоліки: технологія динамічного створення веб-сторінок має слабку можливість повторного використання коду.

Код JSP-сторінки транлюється в Java-код сервлету за допомогою компілятора JSP-сторінок Jasper, і потім компілюється в байт-код віртуальної машини java (JVM). Переваги: технологія проектування забезпечує повторне використання коду (класи JavaBeans), розділення коду (Servlet, Javabeans та інше), синтаксис Java ясний і простий, JSP структурований як і ASP, багато редакторів та бібліотек з відкритим вихідним кодом. Недоліки: невелика кількість хостингових компаній і висока ціна.

Таблиця 4.1 – Порівняльний аналіз технологій ASP, PHP, JSP

Характеристика	ASP	PHP	JSP
Мови	JScript, VBScript, C#	PHP	Java
Взаємодія з базами даних	Хороша, особливо з MS Access	Добра, використовується в основному з MySQL	Дуже добре
Веб-сервер	IIS	Apache	Tomcat, JBoss
Редактори	Visual Studio	Netbeans, Brackets	Netbeans, Eclipse

Об'єктні середовища (frameworks) представляють собою наступний рівень вдосконалення розробки web-додатків. Замість об'єднання розмітки і логіки в єдиний модуль, об'єктні середовища підтримують принцип відділення змісту від представлення. В даний час є два підходи до створення об'єктно-орієнтованих web-додатків:



– підходи, засновані на наборі спеціальних web-сторінок (web-форм), пов'язаних з описами класів, об'єкти яких будуть створюватися, і використовуватися при їх виклику (наприклад: технологія ASP.Net Web Forms; технологія JavaServer Faces);

– підходи, засновані на використанні наборів класів, які відповідають шаблону Model-View-Controller (MVC) (наприклад: технології на основі мови Java–Tapestry, Struts, Spring і технологія компанії Microsoft – ASP.Net MVC).

ASP.NET MVC і ASP.NET Web Forms є двома спорідненими технологіями, в основі яких лежить одна платформа ASP.NET, проте вони мають ряд відмінностей, які представлено у табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення відмінностей між Web Forms та MVC

Характеристика	ASP.NET Web Forms	ASP.NET MVC
Розділення відповідальності	Ні	Так
Модель, заснована на подіях	Так	Ні
Властивість ViewState	Так	Ні
Контроль над HTML	Ні	Так
Розробка через тестування	Ні	Так

Для того, щоб обрати оптимальну технологію, було проведено порівняльний аналіз, який представлено у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Порівняльна характеристика Web Forms та MVC

ASP.NET Web Forms	ASP.NET MVC
Використовує підхід на основі шаблону Page controller для візуалізації макета. У цьому підході кожна сторінка має свій власний контролер, тобто файл коду, який обробляє запит.	ASP.NET MVC використовує підхід Front Controller – запити для всіх сторінок обробляє загальний контролер.
Немає розділення відповідальності. Оскільки кожна сторінка (.aspx) має власний контролер (код, тобто файл aspx.cs/.vb), то Вид та Контролер тісно пов'язані	Чітке розділення відповідальності. Вид та Контролер чітко розмежовані
Складність автоматизованого тестування	Використання підходу розробки

	через тестування
Необхідні мінімальні знання HTML, JavaScript та CSS	Необхідні хороші знання HTML, JavaScript та CSS

Для створення системи було обрано ASP.NET MVC 5 Framework, оскільки він надає більше гнучкості: підтримує EntityFrameWork, WebAPI, JQuery, Ajax, AngularJS, CSS та інші технології. Платформа ASP.NET MVC базується на взаємодії трьох компонентів: контролера, моделі та представлення. Контролер приймає запити, обробляє введення користувача, взаємодіє з моделлю і представленням і повертає користувачеві результат обробки запиту. Модель описує логіку організації даних в додатку. Представлення отримує дані з контролера і генерує елементи користувацького інтерфейсу для відображення інформації.

ASP.NET MVC має ряд переваг перед ASP.NET Web Forms [18]:

1. поділ відповідальності (окрема розробка різних компонентів – контролера, моделей, представлень);
2. поліпшена тестованість;
3. підвищена гнучкість і зручні налаштування під власні потреби.

Було надано перевагу шаблону MVC оскільки при його використанні:

1. розробник отримує повний контроль над HTML документом, який формується;
2. спрощується структура додатка;
3. полегшується завдання виконання тестування програми;
4. досягається повне відділення логіки роботи програми від представлення даних.

#### 4.2 Обґрунтування вибору системи керування базами даних

Засоби адміністрування Microsoft SQL Server вважаються одним з найпростіших і найзручніших. Крім засобів вирішення стандартних завдань адміністрування (створення баз даних і їх об'єктів, резервне копіювання і відновлення, підключення до інших серверів, засоби реплікації), вони включають утиліти обміну даними з іншими СУБД сховищами даних (Data Transformation Services). До складу цього продукту входить і OLAP-сервер. Засоби SQL Server мають додаткові можливості, такі як налагодження серверного коду, інтеграція засобів адміністрування в середовище розробки і т. д. SQL Server Enterprise Manager, що входить до складу всіх редакцій

Microsoft SQL Server (за винятком MSDE), є повнофункціональним і досить простим засобом для адміністрування цієї СУБД. Для розробки проекту обрано СУБД Microsoft SQL Server 2016. Одним з найважливіших нововведень в новій версії цієї СУБД можна вважати сумісність з ОС Linux.

Перевагами цієї СУБД можна вважати великий пакет корисних інструментів, які легко використовувати; стабільна робота з sql server базами даних; менші витрати на адміністрування sql server(рис.4.1).

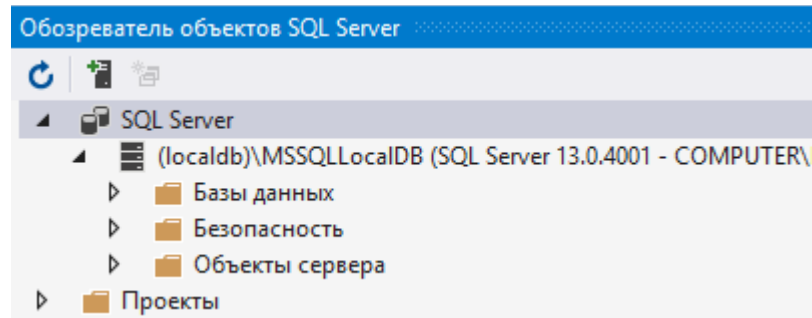


Рисунок 4.1 – Локальна база даних

## 5 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ СИСТЕМИ

Компонент керування даними виконує функцію зберігання інформації, яку необхідно використовувати для системи підтримки прийняття рішень. Ця інформація може надходити з одного або декількох з трьох джерел [19]:

- організаційна інформація – для заощадження часу на пошуки через базу даних та сховище даних організації конкретна інформація часто копіюється в базу даних системи підтримки прийняття рішень;
- зовнішня інформація: для деяких рішень потрібні дані з зовнішніх джерел інформації, які можуть надати додаткову інформацію для використання в системі підтримки прийняття рішень;
- внутрішня інформація включає власну статистику та будь-яку особисту інформацію. Система для допомоги особі, яка приймає рішення у сфері поведінки з відходами має бути спроектувати так, щоб ця інформація вводилась тільки в міру необхідності.

Головні завдання, які виконують за допомогою бази даних:

- збір відповідних даних для використання в базі даних;
- вибір відповідних даних з бази даних;
- агрегування даних для формування підсумків, середніх показників та інших елементів, які підтримують прийняття рішень;
- оцінка, прогнозування, екстраполяція подій та інші види діяльності;
- оптимізація для вибору "найкращої" альтернативи.

### 5.1 Розробка концептуальної моделі бази даних

Процес створення інформаційної моделі починається з визначення концептуальних вимог майбутніх користувачів БД [20]. Концептуальна модель відображає предметну область у вигляді взаємопов'язаних об'єктів без вказівки способів їх фізичного зберігання. Концептуальна модель представляє інтегровані концептуальні вимоги всіх користувачів до бази даних даної предметної області. При цьому зусилля розробника повинні бути спрямовані в основному на структурування даних, що належать майбутнім користувачам БД, і виявлення взаємозв'язків між ними. Версія концептуальної моделі, яка може бути реалізована конкретною СУБД, називається логічною моделлю. Логічна модель відображає логічні зв'язки між атрибутами об'єктів незалежно від їх змісту і середовища зберігання і

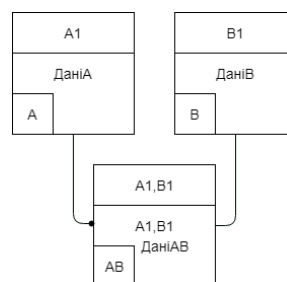
може бути реляційною, ієрархічною або мережевою. У реляційній моделі досягається більш високий рівень абстракції даних, ніж в ієрархічній або мережевій. Таким чином, логічна модель відображає логічні зв'язки між інформаційними даними в даній концептуальній моделі. Різним користувачам в інформаційній моделі відповідають різні підмножини її логічної моделі, які називаються зовнішніми моделями користувачів. Внутрішня модель предметної області визначає розміщення даних, методи доступу і техніку індексування в даній логічній моделі і інакше називається фізичною моделлю.

Основними вимогами, які пред'являються до СУБД, є:

1. простота оновлення даних. Під операцією поновлення розуміють додавання, видалення і зміну даних;
2. висока швидкодія (малий час відгуку на запит);
3. незалежність даних;
4. спільне використання даних багатьма користувачами.
5. безпека даних – захист даних від навмисного чи ненавмисного порушення секретності або руйнування;
6. стандартизація побудови та експлуатації;
7. адекватність відображення даних відповідної предметної області;
8. доброзичливий інтерфейс користувача.

Останній крок – це створення зв'язків між таблицями. На цьому етапі фактично реєструються зв'язку між первинними і зовнішніми ключами. Після цього можна приступати до розробки інтерфейсу майбутнього додатку. У даній системі використовуються зв'язки «один до одного» , «один до багатьох» та «багато до багатьох».

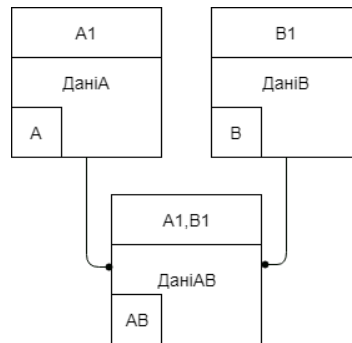
Один-до-багатьох (one-to-many). Є найбільш часто використовуваним видом зв'язку. У цьому випадку кожного запису таблиці А може відповідати багато записів таблиці Б (або жодного). У свою чергу, кожному запису таблиці Б відповідає в точності один запис таблиці А(рис.5.1).



### Рисунок 5.1 – Реалізація зв'язку Один-до-багатьох

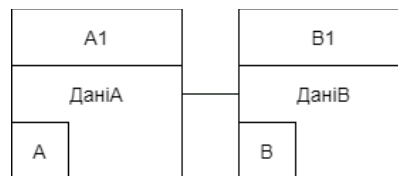
Наприклад, у проекті Переробник може займатися обробкою різних типів Матеріалів.

Багато-до-багатьох (many-to-many). Багатьом записам з таблиці А може відповідати багато записів з таблиці Б (і навпаки)(рис.5.2).



### Рисунок 5.2 – Реалізація зв'язку Багато-до-багатьох

Один-до-одного (one-to-one). Одному запису таблиці А відповідає в точності один запис таблиці Б і навпаки(рис.5.3).



### Рисунок 5.3 – Реалізація зв'язку Один-до-одного

Між таблицями Recycler і Material встановлено зв'язок типу один до багатьох: так як одна компанія-переробник може займатися переробкою декількох видів матеріалів. Між таблицями Recycler і Type встановлено зв'язок типу багато до багатьох: одна компанія займається різними типами відходів. Так само, як як і між Recycler і Treatment, оскільки станції переробки можуть практикувати різноманітні техніки видалення відходів. Аналогічний зв'язок встановлено між Type та Treatment: кожен тип відходів може підлягати тому або іншому способу видалення.

Важливим процесом є нормалізація бази даних. Головна мета нормалізації бази даних – усунення надмірності та дублювання інформації. База даних вважається нормалізованою, якщо її таблиці (принаймні, більшість таблиць) представлені як мінімум в третій нормальній формі.

Перша нормальна форма забороняє повторювані стовпці (що містять однакову за змістом інформацію), забороняє множинні стовпці (що містять значення типу списку і т.п.), вимагає визначити первинний ключ для таблиці, тобто той стовпець або комбінацію стовпців, які однозначно визначають кожен рядок. Тож, для того, щоб привести таблиці до 1NF в роботі було виконано такі дії:

- усунуено повторювані групи в окремих таблицях (однакові рядки);
- створено окрему таблицю для кожного набору пов'язаних даних;
- визначено кожен набір пов'язаних даних за допомогою первинного ключа (додано унікальний id).

Друга нормальна форма передбачає створення окремих таблиць для наборів значень, що відносяться до декількох записів, зв'язування цих таблиць за допомогою зовнішнього ключа. Таблиця, у якій первинний ключ включає тільки одне поле, завжди знаходиться у 2NF. Таблиця знаходиться в третій нормальній формі, якщо вона знаходиться в другій нормальній формі, і кожне неключове поле нетранзитивно залежить від первинного ключа (тобто у відношенні відсутні транзитивні залежності). Нехай  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  – атрибути деяких відносин. При цьому  $X \rightarrow Y$  і  $Y \rightarrow Z$ , але зворотня відповідність відсутня, тобто  $Z$  не залежить від  $Y$  або  $Y$  не залежить від  $X$ . Тоді кажуть, що  $Z$  транзитивно залежить від  $X$  ( $X \rightarrow\rightarrow Z$ ). Нормалізувавши базу даних, вдалось значно скоротити вірогідність появи суперечливих даних, полегшити адміністрування бази і оновлення інформації в ній. Діаграма взаємозв'язків сутностей використовується на концептуальному рівні проектування бази даних. На основі усіх сутностей та зв'язків між ними була створена база даних, яка міститиме такі сутності:

Сутність *Material* містить унікальний ідентифікатор, опис, посилання на тип відходу, щоб знати вміст певного відходу, посилання на переробника та спосіб переробки.

Сутність *Recycler* містить унікальний ідентифікатор, назву, адресу, телефон.

Сутність *Tyre* містить унікальний ідентифікатор та назву.

Сутність *Treatment* містить унікальний ідентифікатор, назву способу переробки.

Сутність *Component* містить унікальний ідентифікатор, назву компоненту та його опис.

Сутність *Target\_waste* містить унікальний ідентифікатор цільового матеріалу, його назву та опис.

Запити на створення таблиць представлено у додатку Б. В результаті проектування отримаємо наступний набір таблиць.

Таблиця 5.1 – Таблиця Material бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_material	Int	Ідентифікатор матеріалу, первинний ключ
Description	Varchar	Опис матеріалу
Id_type	Int	Ідентифікатор типу, FK
Id_recycler	Int	Ідентифікатор переробника, FK
Id_treatment	Int	Ідентифікатор способу переробки, FK

Таблиця 5.2 – Таблиця Recycler бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_recycler	Int	Ідентифікатор переробника, первинний ключ
Name	Varchar	Назва компанії-переробника
Address	Varchar	Адреса компанії-переробника
Phone	Varchar	Телефон компанії-переробника

Таблиця 5.3 – Таблиця Type бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_type	Int	Ідентифікатор типу відходів, первинний ключ
Name	Varchar	Назва типу відходів

Таблиця 5.4 – Таблиця Treatment бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_treatment	Int	Ідентифікатор способу переробки
Name	Varchar	Назва способу переробки

Таблиця 5.5 – Таблиця Strategy бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_strategy	Int	Ідентифікатор стратегії, первинний ключ
Name	Varchar	Назва категорії
Action	Varchar	Дія
Rank	Varchar	Ранг
Id_category	Int	Ідентифікатор категорії, зовнішній ключ
Id_component	Int	Ідентифікатор компоненту, зовнішній ключ



Таблиця 5.6 – Таблиця Component бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_component	Int	Ідентифікатор компоненту, первинний ключ
Name	Varchar	Назва компоненту
Description	Varchar	Опис компоненту

Таблиця 5.7 – Таблиця Target\_waste бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_target	Int	Ідентифікатор цільового матеріалу
Name	Varchar	Назва цільового матеріалу
Description	Varchar	Опис цільового матеріалу

Таблиця 5.8 – Таблиця Category бази даних

Атрибут	Тип даних	Призначення
Id_category	Int	Ідентифікатор категорії, первинний ключ
Name	Varchar	Назва категорії
Criterion	Varchar	Критерій

Після визначення таблиць і зв'язків між ними отримуємо концептуальну модель бази даних представлену у вигляді ER діаграми на рис. 5.4. Проектування було здійснене у AllFusion ERwin Data Modeler.

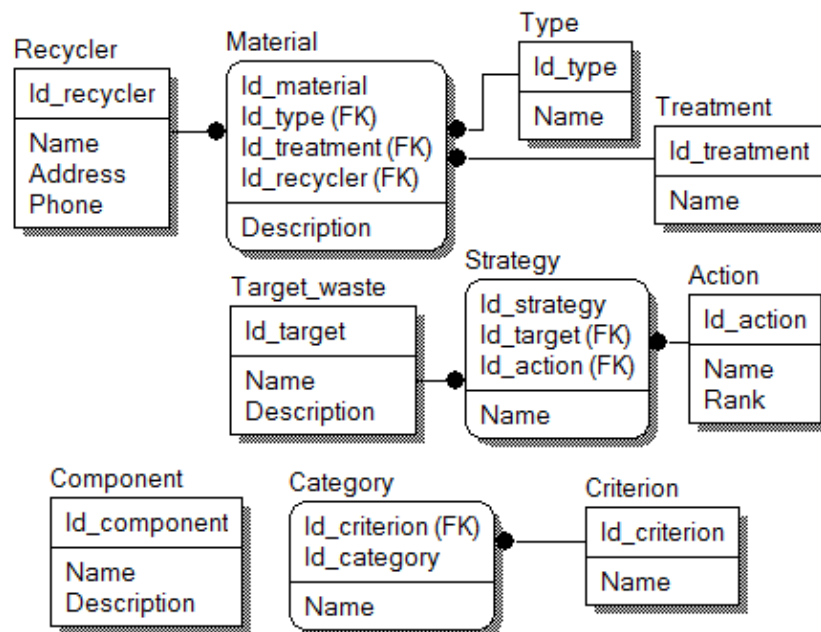


Рисунок 5.4 – Логічна модель бази даних системи

З урахуванням обраної СУБД отримаємо фізичну модель бази даних(рис.5.5).

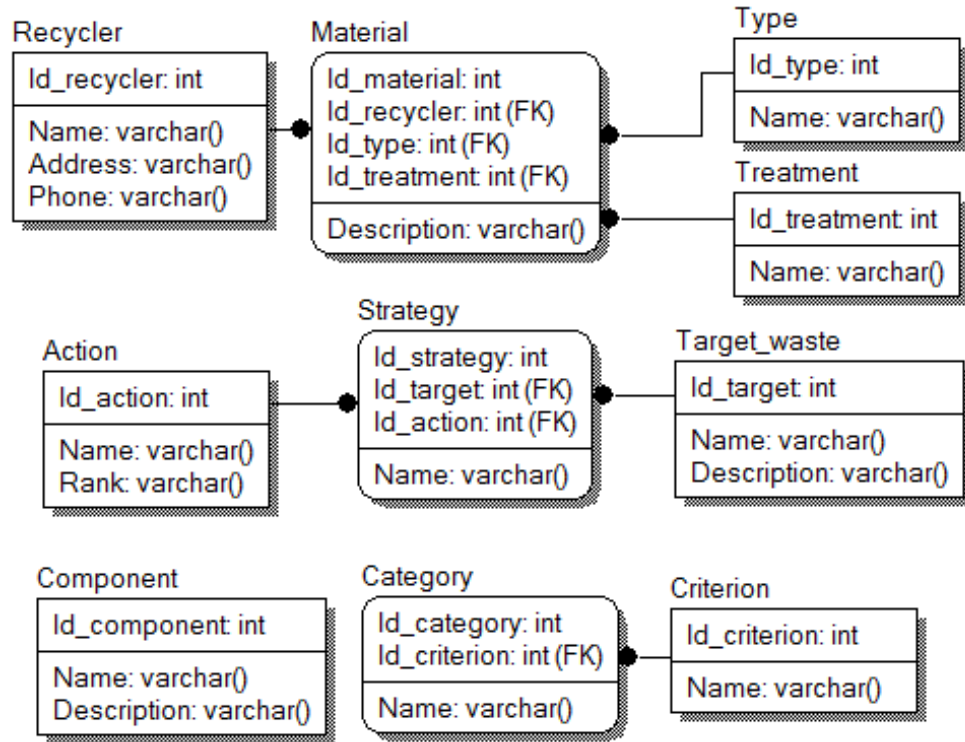


Рисунок 5.5 – Фізична модель бази даних системи

## 6 ПРОЕКТУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ

### 6.1 Вимоги до інтерфейсу комп'ютерної системи

Якість процесу інтерактивної взаємодії користувача із системою, такої як швидкість, зручність, низький рівень втоми пов'язана з такими психологічними характеристиками людини як короткострокова та середньострокова пам'ять, час реакції, можливості сприйняття візуальної інформації. У зв'язку з цим важливу роль відіграє розробка інтерфейсу. З огляду на те, який тип системи розроблюється, інтерфейс має тенденцію впливати на характер рішень, які приймає ОПР, може прискорювати час прийняття рішення та покращувати або погіршувати їх якість.

Згідно з [21] інтерфейс системи підтримки прийняття рішень повинен задовольняти таким основним вимогам:

1) адаптованість – інтерфейс відповідає потребам та можливостям користувача, забезпечує простоту переходу від виконання однієї функції до іншої; надає користувачеві вказівки щодо можливих дій, надає користувачу можливість відчувати себе повноправним керівником ситуації при розв'язанні різних типів задач, тобто, забезпечує його всією необхідною інформацією; користувач повинен бути впевненим, що він сам розв'язує поставлену задачу; забезпечувати користувача різними формами представлення результатів в залежності від типу запиту або від характеру отриманого рішення; враховувати особливості користувачів різних рівнів; наприклад, для керівника підприємства зручнішим є узагальнене графічне представлення результатів роботи СППР у вигляді діаграм та графіків, а інженеру-економісту потрібні конкретні цифри у їх часовій послідовності.

2) достатність – допустимі запити користувача повинні бути чітко і однозначно сформульовані для користувачів всіх рівнів, а також для прикладних задач всіх типів; реакція системи на всі типи запитів також повинна бути однозначною і зрозумілою та бажано простою.

3) дружність – мається на увазі максимальна простота використання інтерфейсу і готовність в повній мірі задовольнити запити користувача при розв'язанні визначеного класу задач.

4) гнучкість – під цим розуміється можливість адаптування інтерфейсу до розв'язання конкретної задачі. В разі якщо задача дуже складна, то завдання інтерфейсу – полегшити формулювання запитів і видавати результати у формі, яка легко і швидко сприймається користувачем.

Всі ці вимоги було взято до уваги при розробці системи. Інтерфейс не перевантажений деталями щодо представлення аналізу відходів; не містить зайвих декоративних деталей, які можуть відволікти від головної задачі; процес взаємодії користувача і системи не представляє ніяких труднощів.

## 6.2 Проектування структури та навігації системи

Навігаційна структура виконує важливі завдання: логічно об'єднує різні інформаційні блоки, показує поточне положення відвідувача, надає елементи керування для переходів по сторінках.

Інтерфейс інструменту буде являти собою інтегровану систему навігації, що складається з наступних блоків:

- основна навігація у вигляді горизонтального меню, що служить для визначення основних шляхів переміщення відвідувача по сайту. Основна навігація доступна з будь-якої сторінки сайту, її вигляд не змінюється при переходах між сторінками;

- допоміжна навігація, що служить для допомоги відвідувачеві в навігації по конкретній сторінці або прилеглими розділами (наприклад, «вперед», «назад», «вгору сторінки» і т.п.);

Основне меню програми містить Головну сторінку з посиланнями на основні функціональні модулі, Законодавчу базу та Деталі (рис.6.1). Останній пункт містить інформацію про систему та інструкцію користувача веб-ресурсу.

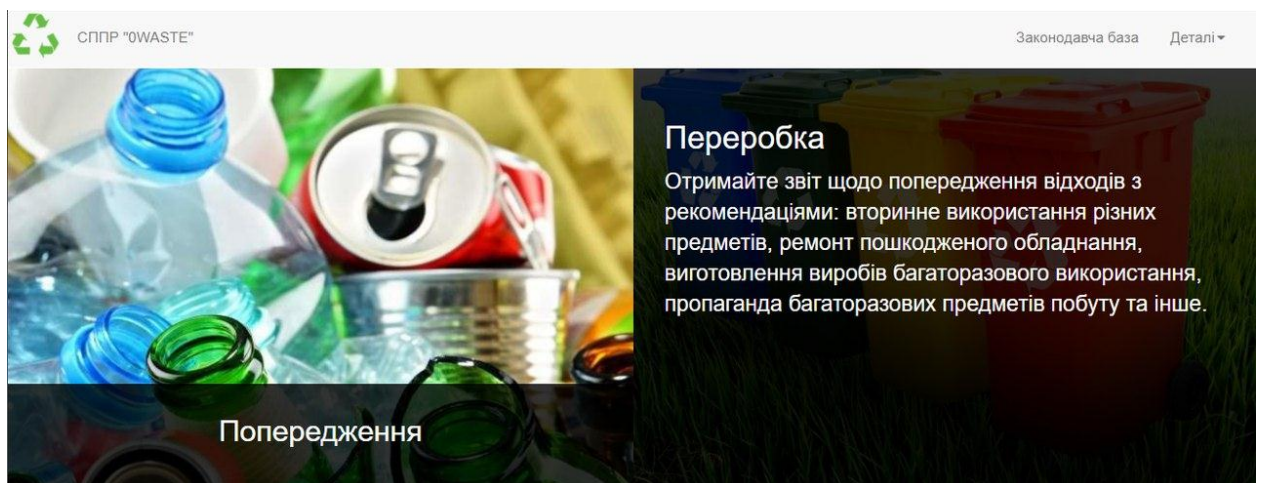


Рисунок 6.1 – Головна сторінка системи

Система складається з двох основних функціональних модулів: модуль «Попередження відходів» та модуль «Переробка відходів», які відображаються у вигляді візуальних гіперпосилань. Схема роботи додатку представлена на рисунку 6.2.



Рисунок 6.2 – Схема роботи інструменту

Розроблена навігаційна структура відповідає таким параметрам:

- з будь-якої сторінки доступне посилання на головну сторінку – було створено активне посилання на логотипі (посилання-картинка);
- всі посилання на сайті мають інтуїтивно зрозумілий відвідувачам вигляд – його можна візуально виділити на тлі інших елементів сторінки;
- структура навігації дозволяє відвідувачам в будь-який момент часу зрозуміти на якій саме сторінці вони знаходяться, як з цієї сторінки можна потрапити на інші сторінки, як повернутися до попередньої сторінки. При цьому для виконання переходу від поточної сторінки сайту до будь-якої іншої потрібно не більше 3 кліків мишею.

## 6.2 Робота модуля «Попередження відходів»

Модуль для попередження призначений для надання оптимальної стратегії поведінки з точки зору екологічних, економічних та соціальних показників. Це проста у використанні підсистема, яка надає ОПР надійний засіб для полегшення процесу прийняття рішень.

Для початку користувач вводить кількість осіб та утворених відходів на душу населення(рис.6.3).

СППР "RecPro" Законодавча база Деталі

1. Демографічні дані 2. Введення складу відходів 3. Вибір цільового матеріалу 4. Задання оцінок 5. Класифікація стратегій 6. Отримати звіт

Будь ласка, вкажіть відповідне населення та утворену кількість відходів

Кількість людей

Кількість відходів

[Вперед >](#)

Рисунок 6.3 – Форма введення демографічних даних

Далі пропонується вказати % від загального складу відходів для наступних шести категорій: біологічні відходи, папір, метали, пластмаси, скло та інше(рис.6.4).

СППР "RecPro" Законодавча база Деталі

1. Демографічні дані 2. Введення складу відходів 3. Вибір цільового матеріалу 4. Задання оцінок 5. Класифікація стратегій 6. Отримати звіт

Будь ласка, вкажіть відсоток для кожного з наступних компонентів відходів  
Сума всіх введених значень повинна дорівнювати 100.

Біологічні відходи	<input type="text" value="40"/> %
Папір	<input type="text" value="20"/> %
Пластик	<input type="text" value="15"/> %
Метал	<input type="text" value="5"/> %
Скло	<input type="text" value="5"/> %
Інше	<input type="text" value="15"/> %

[< Назад](#) [Вперед >](#)

Рисунок 6.4 – Введення складу відходів

Сума всіх відсотків повинна дорівнювати 100. В іншому випадку інструмент запропонує користувачеві виправити вказані данні. Якщо користувач не володіє інформацією про точний склад відходів, використовуються загальні регіональні дані для Одеси.

На наступному етапі користувачеві пропонується вибрати цільові матеріали з наступного списку: побутові біологічні відходи, одноразові пляшки та упаковки, пластикові пакети, офісний папір, рекламні буклети,

брошури, фурнігура, електричні та електронні прилади, одяг та взуття (рис.6.5). За замовчуванням вибираються всі відходи, придатні для мінімізації.

СППР "RecPro" Законодавча база Деталі -

1. Демографічні данні 2. Введення складу відходів **3. Вибір цільового матеріалу** 4. Задання оцінок 5. Класифікація стратегій 6. Отримати звіт

Будь ласка, вкажіть, який матеріал ви хочете мінімізувати є можливість обрати декілька варіантів

- Побутові біологічні відходи
- Одноразові пляшки та упаковки
- Пластикові контейнери
- Офісний папір
- Рекламні буклети, брошури
- Фурнігура
- Електричне та електронне обладнання
- Одяг та взуття

< Назад Вперед >

Рисунок 6.5 – Вибір цільового матеріалу

Наступний крок включає в себе розподіл відносних ваг для кожного з показників(рис. 6.6).

СППР "RecPro" Законодавча база Деталі -

1. Демографічні данні 2. Введення складу відходів 3. Вибір цільового матеріалу **4. Задання оцінок** 5. Класифікація стратегій 6. Отримати звіт

Будь ласка, вкажіть екологічні, фінансові та соціальні зважені показники, щоб визначити заходи щодо запобігання відходам. Повзунок потрібно пересувати ліворуч або праворуч, щоб вибрати бажане значення. Символ (-) представляє мінімальну вагу (значення) та символ (+) максимум.

Категорія	Критерій	Ваги
Екологічні показники	Усього утворено відходів	<input type="range" value="3"/>
	Необхідне місце під звалище	<input type="range" value="3"/>
	Прогнозований вплив на зміну клімату	<input type="range" value="3"/>
Економічні показники	Орієнтовані витрати на реалізацію	<input type="range" value="3"/>
	Зекономлені кошти	<input type="range" value="3"/>
	Складність реалізації	<input type="range" value="3"/>

< Назад Вперед >

Рисунок 6.6 – Введення складу відходів

Вага коливається від 1 до 5. За замовчуванням кожен показник встановлюється на значення 3, посередині повзунка. Наприклад, для зменшення кількості утворених відходів призначається відносна вага 4, потенційному еквіваленту CO<sub>2</sub> (потенціал глобального потепління)

призначається відносна вага 3, відходам, які не були відправлені на захоронення, також призначається вага 4 і т. д. Сума всіх відносних ваг у даному прикладі складає 29. Таким чином, на етапі нормалізації, нормований коефіцієнт  $4/29$  для першого показника,  $3/29$  для другого тощо. Навіть якщо вага для кожного показника є суб'єктивною, розподіл екологічних, фінансових та соціальних показників для кожного типу відходів є об'єктивним та заздалегідь визначеним.

На наступному етапі інструмент надає доступні стратегії профілактики, представляючи їх ранжування (рис. 6.7). Ранжування виконується на підставі даних про населення та кількість відходів, наявної інформації з бази знань інструмента та вводу користувача щодо відносної ваги кожного показника.

СППР "RecPro" Законодавча база Деталі -

1. Демографічні данні 2. Введення складу відходів 3. Вибір цільового матеріалу 4. Задання оцінок **5. Класифікація стратегій** 6. Отримати звіт

Наведені нижче дії є найбільш прийнятними попереджувальними заходами на основі складу відходів, цільових матеріалів та зважених показників. Будь-яка зміна параметрів може у певній мірі змінити рейтинг і оцінку попереджувальних заходів.

№	Стратегія	Дія	Матеріал	Ранг
1	Компостування			100
2	Запобіжні заходи щодо виробництва харчових відходів	Поради та рекомендації щодо поліпшення поведінки споживачів	Побутові біологічні відходи	82.1
3	Запобіжні заходи щодо виробництва харчових відходів	Технічна організація та рецепти приготування їжі з метою мінімізації витрат		60.4
4	Запобіжні заходи щодо виробництва харчових відходів	Покращувати методи зберігання харчових продуктів у домашньому господарстві, щоб зменшити кількість відходів		52

< Назад Вперед >

Рисунок 6.7 – Класифікація стратегій

Кінцевим кроком виконання інструмента є перегляд звіту(рис.)та його генерація у форматі PDF(рис.6.8, 6.9).

Користувач може перезапустити виконання інструмента на будь-якому кроці, просто натиснувши логотип інструменту.



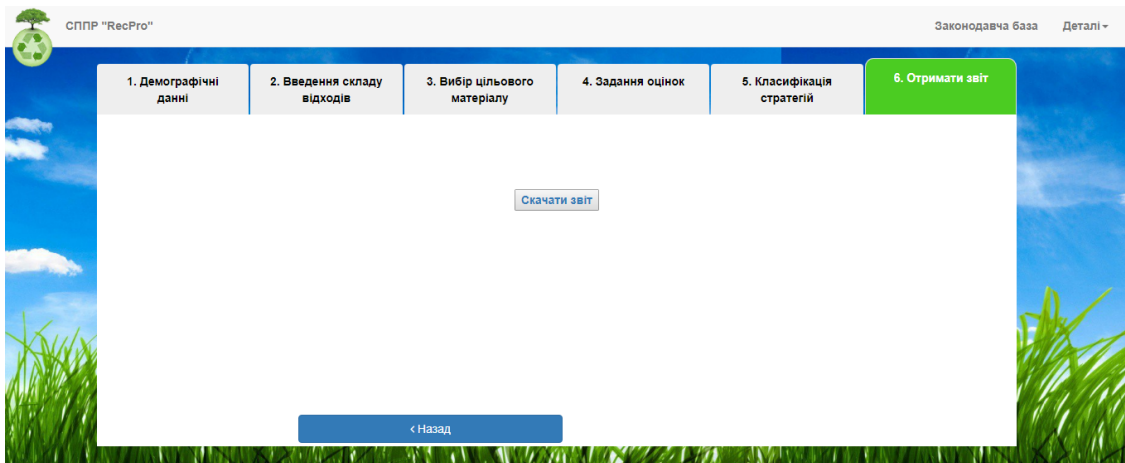


Рисунок 6.8 – Сторінка отримання звіту

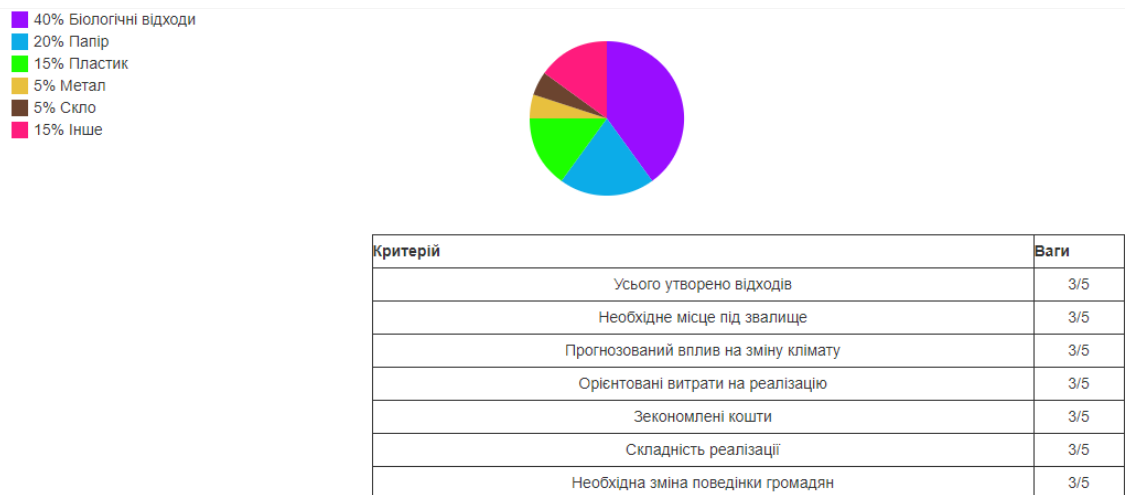



Рисунок 6.9 – Звіт

### 6.3 Робота модуля «Переробка відходів»

Модуль для переробки відходів призначений для надання рекомендацій щодо управління утвореними відходами в межах міста Одеса. Користувач має змогу обрати тип відходу, який планується переробити у спеціальному полі. Далі пропонується натиснути на кнопку «Пошук». Результатом є таблиця з можливими варіантами переробки та карта з вказаними пунктами переробки (рис. 6.10). Код моделі представлено у додатку В.1. Програмний код контролеру надано у додатку В.2. Також визначено метод, що повертає часткове представлення, в яке передається список варіантів переробки по Id відходу. Код доданого часткового представлення `GetItems.cshtml`

представлено у додатку В.3. Для визначення головного представлення було написано код, представлений у додатку В.4.


 СППР "RecPro"

Пластик ▼

Тип відходу	Матеріал	Переробка	Спалення	Біо переробка	Термо переробка	Захоронення
Потенційна вторинна сировина	Пластик					

Таблиця містить найбільш бажаний варіант управління обраним відходом.



Рисунок 6.10 – Результат пошуку пункту переробки

## ВИСНОВКИ

При виконанні роботи було здійснено розробку концептуальних основ і методів моніторингу процесів руху відходів, а також створено систему підтримки прийняття рішень у сфері поводження з відходами. Дана система призначена для забезпечення не тільки ефективної переробки та утилізації побутових відходів, а і їх попередження. В ході роботи були вирішені наступні завдання:

- проведено дослідження даної предметної області;
- проаналізовано існуючі програмні продукти для управління відходами;
- проаналізовано основні взаємодіючі елементи та можливості систем;
- спроектовано загальну структуру системи;
- обрані засоби для реалізації системи;
- розроблено новий програмний продукт.

Було проаналізовано вимоги до системи та спроектовано графічний інтерфейс додатку, а також здійснено реалізацію web-орієнтованої системи. Для цього використано фреймворк ASP.NET MVC, який дозволяє писати на мові С#. При використанні шаблону MVC вдалося скористатися основними його перевагами, такими як повний контроль над HTML документом, який формується, спрощена структура додатка, повне відділення логіки роботи програми від представлення даних.

Для розробки проекту обрано СУБД Microsoft SQL Server 2016. Одним з найважливіших нововведень в новій версії цієї СУБД можна вважати сумісність з ОС Linux. Перевагами цієї СУБД можна вважати великий пакет корисних інструментів, які легко використовувати; стабільна робота з sql server базами даних; менші витрати на адміністрування sql-сервера.

Окрім проектування інтерфейсу в роботі було проведено розробку моделі. Ієрархії відходів недостатньо для визначення пріоритетів заходів щодо запобігання відходів. Завдяки цій моделі полегшилось визначення пріоритету заходів, що використовують LCA та математичне програмування. Для розробки моделі лінійного програмування було використано Ip\_solve API, який дозволив просто помістити модель у програму, використовуючи спеціальний файл.

Розроблена система наділена функціями, які визначають можливість здійснення не тільки збору та обробки інформації про процеси утворення та

рух відходів виробництва і споживання, схеми поводження з ними, а й комплексного аналізу цієї інформація з безпосередньою трансформацією в конкретне управлінське рішення.

Використання розробленої системи дозволить підвищити ефективність переробки відходів та забезпечити запобігання і значне зниження екологічних та економічних ризиків.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку/Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. – Київ: ІФС в Україні, 2015. – 114 с.
2. PROсміття. Побутові відходи: виклики для України та світу [Електронний ресурс]/– Режим доступу: <https://biggggidea.com/practices/prosmittya-pobutovi-vidhodi-vikliki-dlya-ukrani-ta-svitu/>
3. Управління відходами та ресурсами: короткий опис Директив ЄС та графіку їх реалізації. – Київ: Проект ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки», 2014. – 14 с.
4. Система управління відходами [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Система\\_управління\\_відходами](https://uk.wikipedia.org/wiki/Система_управління_відходами)
5. WasteCare Calculator [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <https://wastecare.mazzetti.com>
6. Co-benefits Evaluation Tools [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <http://tools.ias.unu.edu/>
7. Eco Evidence [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <https://toolkit.ewater.org.au/Tools/Eco-Evidence>
8. Is it Waste [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <https://isitwaste.org/equal/en/#/>
9. Waste Designation Decision Matrix [Електронний ресурс]/– Режим доступу: <https://www.tceq.texas.gov/assistance/waste/waste-matrix>
10. Pre-waste [Електронний ресурс]/– Режим доступу: <http://webtool.prewaste.eu/Login/Login.aspx>
11. Нормативні документи: Класифікатор відходів ДК 005-96 [Електронний ресурс]/– Режим доступу: <http://vobu.ua/ukr/documents/item/dk-005-96#kv>
12. Types of Decision Support Systems (DSS) [Електронний ресурс]/– Режим доступу: <https://www.gdrc.org/decision/dss-types.html>
13. Model-Driven DSS [Електронний ресурс]/– Режим доступу: <http://dssresources.com/dsstypes/mddss.html>
14. The ILCD handbook [Електронний ресурс]/– Режим доступу: [http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page\\_id=86](http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=86)

15. Comparison of Open-Source Linear Programming Solvers Jared L. Gearhart, Kristin L. Adair, Richard J. Detry, Justin D. Durfee, Katherine A. Jones, Nathaniel Martin, October 2013. – 62 с.
16. Introduction to lp\_solve 5.5.2.5 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://lpsolve.sourceforge.net/5.5/>
17. Технології розробки web-додатків Лобода Ю.Г., канд. пед. наук, доцент, Орлова О.Ю., ст. викладач. – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій. – (Наукові праці, випуск 46, том 1).
18. ASP.NET MVC\_Framework [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ASP.NET\\_MVC\\_Framework](https://ru.wikipedia.org/wiki/ASP.NET_MVC_Framework)
19. Бази даних [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://stud.com.ua/35671/informatika/kontseptsiya\\_baz\\_danih](http://stud.com.ua/35671/informatika/kontseptsiya_baz_danih)
20. Информационно-образовательный сайт: Концептуальная, логическая и физическая модели [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://infotehnologii.ru/Basa/Inf\\_mod/Kon\\_mod/index.html](http://infotehnologii.ru/Basa/Inf_mod/Kon_mod/index.html)
21. Проектування комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень Бідюк П. І., Гожий О. П., Коршевнюк Л. О. – Київ: Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу» Національного Технічного Університету України «Київський Політехнічний університет» Міністерства освіти і науки України і Національної академії наук України. – Навчальний посібник, 340с.