



ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА
ЕНЕРГЕТИКИ



КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності експлуатації спеціалізованого рухомого
складу визначенням оптимальної масової місткості кузова
у ТОВ «Екостайл» м. Кропивницький »

Виконав:

здобувач групи АТ-21СК-3 Юрій ШУЛЬГІН
(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:

К.Т.Н. , доц. Дмитро ГОЛУБ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:

К.Т.Н. , доц. Сергій МАГОПЕЦЬ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

Рецензент:

_____, _____
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

Кропивницький – 2024 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань - 27 - «Транспорт»

(шифр і назва)

Спеціальність - 274 - «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Зав. кафедри «Експлуатації та
ремонт машин»**

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
_____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

_____ Шульгіна Юрія Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи "Підвищення ефективності експлуатації спеціалізованого рухомого складу визначенням оптимальної масової місткості кузова у ТОВ "Екостайл" м. Кропивницький"

керівник роботи _____ Голуб Дмитро Вадимович, канд. техн. наук, доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "01" 04 2024 року №141а-02

2. Строк подання здобувачем роботи 31 травня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Методичні вказівки для виконання переддипломної практики. 3. Методичні вказівки для виконання випускної кваліфікаційної бакалаврської роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

В першому розділі дати класифікацію спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів. Проаналізувати вплив різних факторів на оптимальне значення масової місткості кузова смітєвозів. Навести актуальність та обґрунтувати тему бакалаврської роботи і її практичну новизну.

В другому розділі навести аналіз показників ефективності смітєвоза в залежності від різних умов функціонування. Дати математичне очікування маси твердих побутових відходів в залежності від теоретичної функції розподілу їх дальності транспортування. Визначити щільності розподілу оптимальної масової місткості кузова смітєвоза.

У третьому розділі дати аналіз витрат на експлуатацію у сфері застосування смітєвозів. Визначити величини річних питомих витрат смітєвозів у сучасних умовах функціонування.

6. Дата видачі завдання 22 квітня 2024 року.

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підготовка та перевірка першого розділу роботи	06.05.2024	
2	Підготовка та перевірка другого розділу роботи	15.05.2024	
3	Підготовка та перевірка третього розділу роботи	20.05.2024	
5	Підготовка та перевірка ілюстративного матеріалу по бакалаврській роботі	30.05.2024	
6	Формування комплекту документів та зшити бакалаврську роботу	31.05.2024	

Юрій ШУЛЬГІН

_____ Дмитро ГОЛУБ
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота присвячена питанню підвищення ефективності використання спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів розробкою підходу до визначення їх оптимальної вантажопідйомності в залежності від умов експлуатації.

Для розв'язання мети в роботі вирішувались наступні завдання:

- визначити систему показників ефективності, які встановлюють оптимальні умови використання спеціалізованих транспортних засобів для збору і вивезення твердих побутових відходів залежно від умов їх експлуатації;
- встановити зв'язок між параметрами, що визначають умови експлуатації, та зміною показників ефективності;
- розробити модель, що визначає оптимальну вантажопідйомність сміттєвозів на основі факторів, які впливають на неї;
- встановити оптимальну величину вантажопідйомності спеціалізованих транспортних засобів з урахуванням імовірнісної зміни відстані перевезення твердих побутових відходів.

Бакалаврська робота виконана на базі ТОВ "Екостайл" м. Кропивницький.

В першому розділі дано класифікацію спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів. Проаналізовано вплив різних факторів на оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозів. Наведено актуальність та обґрунтовано тему бакалаврської роботи і її практичну новизну.

В другому розділі наведено аналіз показників ефективності сміттєвоза в залежності від різних умов функціонування. Дано математичне очікування маси твердих побутових відходів в залежності від теоретичної функції розподілу їх дальності транспортування. Визначено щільності розподілу оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза.

У третьому розділі дано аналіз витрат на експлуатацію у сфері застосування сміттєвозів. Визначено величини річних питомих витрат сміттєвозів у сучасних умовах функціонування.

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається з вступу, 3 розділів, висновків; містить 65 сторінок тексту, 21 рисунок, 12 таблиць.

					БР.ТТ.24.05.00.00.00.00.ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ.....	
ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ І ВИВЕЗЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	
1.1 Класифікація спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів.....	
1.2 Аналіз впливу різних факторів на оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозів.....	
1.3 Актуальність та обґрунтування теми бакалаврської роботи та її практична новизна.....	
РОЗДІЛ 2	
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МАСОВОЇ МІСТКОСТІ КУЗОВА СМІТТЄВОЗА У ЙМОВІРНІСНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	
2.1 Аналіз показників ефективності сміттєвоза в залежності від різних умов функціонування.....	
2.2 Математичне очікування маси твердих побутових відходів в залежності від теоретичної функції розподілу їх дальності транспортування.....	
2.3 Визначення щільності розподілу оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза.....	
РОЗДІЛ 3	
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ І ВИВЕЗЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ....	
3.1 Аналіз витрат на експлуатацію у сфері застосування сміттєвозів.....	
3.2 Визначення величини річних питомих витрат сміттєвозів у сучасних умовах функціонування.....	
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

					БР.ТТ.24.08.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У контексті трансформації України до ринкових умов, серед різноманітних завдань, що вирішуються для захисту навколишнього середовища, особливе значення мають питання, пов'язані із збором і вивезенням твердих побутових відходів (ТПВ) у містах. Очищення та видалення ТПВ у населених пунктах є важливою проблемою з точки зору санітарії, епідеміології та екології.

Сьогодні в Європейських країнах надзвичайно важливою стала тема збору і вивезення твердих побутових відходів з метою підвищення екологічної безпеки та благоустрою місць, де живе людина [22, 23]. Значний приріст кількості нагромаджених відходів за останні роки підкреслив необхідність своєчасного та повного їх вивезення з територій.

Розв'язання цього завдання вимагає комплексного підходу, який враховує всі різні аспекти соціальних, містобудівних, демографічних, економічних, технічних та інших проблем [2, 4]. Ефективне вирішення завдань, що стоять перед галуззю, полягає в комплексній механізації та підвищенні продуктивності машин для збору і транспортування ТПВ.

Аналіз тенденцій у розвитку систем збирання та утилізації побутових відходів за кордоном вказує на те, що незважаючи на різноманітність таких систем, їх вдосконалення в основному зумовлене розвитком засобів механізації та оптимізації їх експлуатаційних параметрів.

Підвищення продуктивності спеціальних машин для збирання і транспортування ТПВ передбачає у першу чергу врахування умов експлуатації та максимальне використання корисної вантажопідйомності шасі базового автомобіля. На результативність роботи сміттєвозу при обраній технологічній схемі значно впливають маршрути збирання і вивезення ТПВ.

Необхідність цього напряму обумовлена впровадженими технологічними системами збору і утилізації ТПВ, а також потребою у покращенні ефективності їх роботи.

					БР.АТ.24.08.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ І ВИВЕЗЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

1.1 Класифікація спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів.

Зазвичай спеціальне устаткування для збору і вивезення твердих побутових відходів установлюють на автомобільне шасі різної вантажопідйомності [1, 5, 14, 15, 19]. Тому для класифікації сміттєвозів є доцільним враховувати їхню вантажопідйомність, систему перевезення та принцип завантаження кузова [6, 7, 12, 17, 20, 21].

Сміттєвози поділяються на контейнерні, кузовні та транспортні види. Схема класифікації, яка включає всі ці типи сміттєвозів, може бути знайдена на (рис. 1.1). Кузовні сміттєвози можуть мати механізоване або не механізоване перевантаження відходів зі збірок у кузов машини [9, 16, 18]. Робоче обладнання таких машин складається з кузова-фургона, приймального бункера, штовхаючої плити, механізмів завантаження та вивантаження кузова.

В автомобілях з механізованим вивантаженням відходи забирають зі стандартних контейнерів для сміття за допомогою встановленого на сміттєвозі обертового крану і завантажують у приймальний бункер, звідки їх переміщують в кузов за допомогою тиску. Під час заповнення кузова сміття ущільнюється. Сміттєвоз розвантажується за допомогою власної ваги сміття при нахилі кузова назад або за допомогою виштовхуючих механізмів при незмінному положенні кузова. Залежно від способу завантаження сміття у кузов, кузовні сміттєвози поділяються на транспортні засоби з бічним ручним завантаженням, бічним завантаженнями за допомогою маніпулятора, бічним завантаженням краном, заднім механізованим завантаженням, задніми ручним завантаженням, заднім завантаженням з автозавантажувачем та фронтальною системою завантаження.

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Шульгін Ю.І.			Характеристика експлуатаційних параметрів спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Голуб Д.В.							
Реценз.						ЦНТУ, гр. АТ-21-СКЗ			
Н. Контр.		Красота М.В.							
Затверд.		Магопєць С.О							



Рисунок 1.1 - Класифікація спеціальних транспортних засобів для збирання і вивезення ТПВ

З початку 1980-х років у комунальних службах міст почали використовувати сміттєвози з бічним механізованим завантаженням маніпулятором. Ці автомобілі призначені для завантаження відходів побуту зі стандартних контейнерів через люк у верхній частині кузова за допомогою маніпулятора. Поява сміттєвозів з бічним завантаженням була обумовлена переходом на новий стандарт контейнерів для збору відходів, оскільки попередня система вивезення сміття контейнеровозами М-30 та вивезення твердих побутових відходів заднім завантаженням стала економічно неефективною.

У спеціалізованому обладнанні сміттєвозів з боковим завантаженням є такі компоненти: верхня конструкція, кузов, пристрій для тиску, змішувач, дво- або трьохфункціональний гідроманіпулятор, система гідравліки. Над верхньою конструкцією розміщений кузов з металу, який заднім боком закритий підйомними стінами, а спереду пристроєм для тиску. Задня стінка кузова з'єднана з кузовом за допомогою гідроциліндрів, які відкривають і закривають її. Гідроманіпулятор використовується для захоплення, піднімання, переміщення, виливання та розміщення контейнера на місце. Для рівномірного заповнення кузова сміттям, змішувач, розташований на пристрої для тиску, рухає відходи по ширині кузова. У моделях з великим об'ємом кузова є прес-камера, яка виводить відходи з бункера під час заповнення. Вивантаження та одночасне нахил кузова здійснюється за допомогою пристрою для тиску.

До 18 гідроциліндрів встановлено на кузовах великотоннажних сміттєвозів: по два для підйому кузова на рамі, на задньому підйомному борту, на штовхаючій плиті та в пресуючій камері (якщо така існує); три на кришці приймального люка, один на розрівнювачі сміття; та шість на гідроманіпуляторі.

Органи управління гідроприводами, як правило, знаходяться у нижній частині кузова на великій або центральній секції. Останнім часом для спрощення конструкції приводів широко застосовуються електричні пульти, а управління всіма операціями по завантаженню і розвантаженню на деяких моделях відбувається лише з кабіни водія.

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контейнерні смітєвози мають санітарні переваги, оскільки сприяють централізованому миттю контейнерів після кожного використання. Недолік цієї системи полягає у вивезенні відходів у неущільненому стані. Такі смітєвози є доречними для транспортування відходів в вагою не менше 0,3 т/м³ на відстань до 10 км. [19, 21].

Смітєвози з класифікуються за типом завантаження: з вантаженням з боку маніпулятором, з переднім завантаженням, самоскиди з порталним механізмом, з системою Multilift, спецтранспорт з вивантаженням самоскидом на висоті, з гідроманіпулятором, для збору та транспортування контейнерів об'ємом до 1 м³ [3, 15].

Смітєвози з маніпулятором для бічного та фронтального завантаження оснащені похилою рамою. Такі смітєвози заповнюються сміттям аналогічно до смітєвозів з бічним завантаженням, за винятком того, що на смітєпереробному заводі кузов знімається й замінюється іншим, який вже був витягнутий. Використовують цей принцип у смітєвозах таких виробників, як FAUN, Toppress, і Georg Shuttle. Це технічне рішення дозволяє транспортувати контейнери з відходами (включаючи токсичні та хімічні, будівельні, виробничі, відпрацьоване тверде паливо, шлак тощо) за межі міста або країни з використанням залізничного, річкового або морського транспорту до місць їх утилізації.

Зараз широко використовуються самоскиди з порталним механізмом завантаження і розвантаження, відомі як самоскиди-бункеровози. Основною перевагою цих автомобілів є їх велика універсальність. Ці транспортні засоби почали випускатися у другій половині 70-х років, а їх виробництво мала експериментальний характер. Вони використовуються для збору та вивезення великогабаритного побутового та будівельного сміття, виробничих відходів, таких як стружка та порожня порода. Ці автомобілі працюють з контейнерами відкритого та закритого типу різної місткості та призначення, а також можуть перевозити малогабаритну будівельну техніку на спеціальних платформах без використання додаткових підйомних механізмів.

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою порталу контейнер віднімається від рами й встановлюється на рівний майданчик для завантаження. Завантаження контейнера виконується вручну або за допомогою навантажувальних засобів.

На сміттепресувальних станціях як транспортні сміттєвози використовують крупнотоннажні вантажні автомобілі, причепи і напівпричепи, до яких брикетоване сміття завантажують фронтальним навантажувачем [23,24].

1.2 Аналіз впливу різних факторів на оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозів.

Визначення оптимального значення масової місткості кузова m здійснюємо шляхом диференціювання показника ефективності сумарного часу робочого циклу t [15]. Величина сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\eta}$ має мінімум при певних значеннях масової місткості кузова m сміттєвозу і інших чинниках. Оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозу m_{opt} , отримуємо шляхом диференціювання показника ефективності сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\eta}$ залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m . Перша похідна показника ефективності сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\eta}$ залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $t_{\Sigma\eta} = f(m)$ має вигляд:

$$\frac{\partial t_{\Sigma\eta}}{\partial m} = -\frac{K_1 m_{kon}}{m^2} + \frac{K_2 l_{mp}}{N} \quad (1.1)$$

Оптимальне значення масової місткості m знаходимо, прирівнюючи до нуля вираз для першої похідної $f'(m)=0$ у формулі (1.1).

$$-\frac{K_1 m_{kon}}{m^2} + \frac{K_2 l_{mp}}{N} = 0,$$

звідки

$$m^2 = \frac{K_1 N m_{kon}}{K_2 l_{mp}},$$

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або

$$m_{opt1} = \sqrt{\frac{K_1 Nm_{кон}}{K_2 l_{тр}}} \quad (1.2)$$

Перевіряємо отримане оптимальне значення масової місткості кузова сміттевозу m_{opt1} у формулі (1.2) на відповідність його мінімуму показника ефективності сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$, залежно від масової місткості кузова сміттевозу m $t_{\Sigma\psi} = f(m)$ для цього складаємо другу похідну цього показника. Друга похідна показника сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$ $t_{\Sigma\psi} = f(m)$ має вигляд:

$$\frac{\partial^2 t_{\Sigma\psi}}{\partial m^2} = \frac{2K_1 m_{кон}}{m^2} > 0.$$

Друга похідна показника сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$ залежно від масової місткості кузова сміттевозу m $t_{\Sigma\psi} = f(m)$ більше нуля, оскільки усі значення, підставлявані в другу похідну позитивні. Показник сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$ $t_{\Sigma\psi} = f(m)$ має мінімум при знайденому значенні масової місткості кузова m_{opt1} , залежному від технічних параметрів машини і умов експлуатації, або оптимальне значення масової місткості кузова m_{opt1} буде при мінімальному значенні показника сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$ $t_{\Sigma\psi} = f(m)$.

Підставляємо значення коефіцієнтів K_1 і K_2 , у формулу (1.2) для визначення оптимальної масової місткості кузова m_{opt1} , отримаємо:

$$m_{opt1} = \sqrt{\frac{10^3 Nm_{кон} K_{всп.заг} \eta (1 - \delta_{тр}) K_{з.д}}{K_{всп.тр} gf (K_{авт1} + K_{авт2}) K_{авт1} l_{тр}}} \left(\frac{h}{v_3} + \frac{l_{пер}}{v_{пер}} \right) \quad (1.3)$$

Також визначення оптимального значення масової місткості кузова m можна проводити шляхом диференціювання показника ефективності експлуатаційної продуктивності Π . Величина продуктивності Π сміттевозу постійно зростає зі збільшенням масової місткості кузова m , і має тільки одне

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значення при якому показник продуктивності сміттєвозу Π залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $\Pi = f(m)$ мінімальний, при масовій місткості кузова m рівній нулю $m = 0$. Показник продуктивності сміттєвозу Π залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $\Pi = f(m)$ не дає формулу для знаходження оптимальної масової місткості кузова m_{opt} .

Визначення оптимального значення масової місткості кузова m шляхом диференціювання показника ефективності питомої енергоємності N_{num} , показує, що, що її величина постійно зменшується зі збільшенням масової місткості кузова m , і не має значень, при яких показник питомої енергоємності N_{num} сміттєвозу залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $N_{num} = f(m)$ має найменше або найбільше значення.

Показник питомої енергоємності N_{num} сміттєвозу залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $N_{num} = f(m)$ не дає формулу для знаходження оптимальної масової місткості кузова m_{opt} .

Визначення оптимального значення масової місткості кузова m шляхом диференціювання показника ефективності питомої матеріаломісткості m_{num} , показує, що величина питомої матеріаломісткості машини m_{num} , має мінімум при певних значеннях масової місткості кузова m сміттєвозу і інших чинниках. Оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозу m_{opt} , отримуємо шляхом диференціювання показника ефективності питомої матеріаломісткості транспортного засобу залежно від масової місткості кузова сміттєвозу так. Перша похідна показника питомої матеріаломісткості машини m_{num} залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $m_{num} = f(m)$ має вигляд:

$$\frac{\partial m_{num}}{\partial m} = -\frac{K_1 m_{кон} K_{aeml}}{m^2 K_3} + \frac{K_2 l_{mj} K_{aeml}}{NK_3} \quad (1.4)$$

Оптимальне значення масової місткості m знаходимо, прирівнюючи до нуля вираз для першої похідної $\dot{f}(m) = 0$ у формулі (1.4):

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$-\frac{K_1 m_{\text{кон}} K_{\text{авт1}}}{m^2 K_3} + \frac{K_2 l_{\text{тр}} K_{\text{авт1}}}{N K_3} = 0,$$

звідки

$$m_{\text{онт 2}} = \sqrt{\frac{K_1 N m_{\text{кон}}}{K_2 l_{\text{тр}}}}. \quad (1.5)$$

Перевіряємо отримане оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозу $m_{\text{онт2}}$ у формулі (1.5) на відповідність його мінімуму показника питомої матеріаломісткості машини $m_{\text{нут}}$ в залежності від масової місткості кузова сміттєвозу m $m_{\text{нут}} = f(m)$ для цього складаємо другу похідну цього показника. Друга похідна показника питомої матеріаломісткості машини $m_{\text{нут}}$ $m_{\text{нут}} = f(m)$ має вигляд:

$$\frac{\partial^2 t_{\Sigma n}}{\partial m^2} = \frac{2K_1 m_{\text{кон}}}{m^2} > 0.$$

Друга похідна показника питомої матеріаломісткості машини $m_{\text{нут}}$ залежно від масової місткості кузова сміттєвозу $m_{\text{онт 2}}$ $m_{\text{нут}} = f(m)$, більше нуля, оскільки усі значення, що підставлені в другу похідну позитивні. Показник питомої матеріаломісткості машини $m_{\text{нут}}$ $m_{\text{нут}} = f(m)$ має мінімум при знайденому значенні масової місткості кузова $m_{\text{онт2}}$, залежному від технічних параметрів машини і умов експлуатації, або оптимальне значення масової місткості кузова $m_{\text{онт2}}$ буде при мінімальному значенні показника питомої матеріаломісткості машини $m_{\text{нут}}$ $m_{\text{нут}} = f(m)$.

Підставляємо значення коефіцієнтів K_1 і K_2 у формулу (1.5) для визначення оптимальної масової місткості кузова $m_{\text{онт2}}$, тримаємо:

$$m_{\text{онт 2}} = \sqrt{\frac{10^3 N m_{\text{кон}} K_{\text{всп. заг}} \eta (1 - \delta_{\text{тр}}) K_{\text{з.д}}}{K_{\text{всп. тр}} g (K_{\text{авт 1}} + K_{\text{авт 2}}) K_{\text{авт 1}} l_{\text{тр}}} \left(\frac{h}{v_3} + \frac{l_{\text{пер}}}{v_{\text{пер}}} \right)} \quad (1.6)$$

Визначення оптимального значення масової місткості кузова m шляхом диференціювання показника ефективності питомої продуктивності $\Pi_{\text{нут}}$

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показує, що вона має максимум при певних значеннях масової місткості кузова m сміттевозу і інших чинниках. Для знаходження оптимального значення масової місткості кузова сміттевозу m_{opt} , перетворюємо формулу показника ефективності питомої продуктивності машини Π_{num} залежно від масової місткості кузова сміттевозу m до вигляду:

$$\Pi_{num} = \frac{K_3 N m}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{пр} m^2 K_{асм1})} \quad (1.7)$$

Перша похідна функції питомої продуктивності машини залежно від масової місткості кузова сміттевозу m $\Pi_{num} = f(m)$ формула (1.7) має вигляд:

$$\frac{\partial \Pi_{num}}{\partial m} = \frac{K_3 N (K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{пр} m^2 K_{асм1}) - 2 K_2 l_{пр} K_3 N m^2 K_{асм1}}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{пр} m^2 K_{асм1})^2},$$

звідки

$$\frac{\partial \Pi_{num}}{\partial m} = \frac{K_3 K_1 m_{кон} N^2 K_{асм1} - K_2 l_{пр} K_3 N m^2 K_{асм1}}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{пр} m^2 K_{асм1})^2} \quad (1.8)$$

Оптимальне значення масової місткості m знаходимо, прирівнюючи до нуля вираз для першої похідної $f'(m)=0$ у формулі (1.8):

$$\frac{K_3 K_1 m_{кон} N^2 K_{асм1} - K_2 l_{пр} K_3 N m^2 K_{асм1}}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{пр} m^2 K_{асм1})^2} = 0,$$

звідки

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{K_1 m_{кон} N}{K_2 l_{пр}}} \quad (1.9)$$

Перевіряємо отримане оптимальне значення масової місткості кузова сміттевозу m_{opt} у формулі (1.9) на відповідність його мінімуму показника питомої продуктивності машини Π_{num} залежно від масової місткості кузова сміттевозу m $\Pi_{num} = f(m)$ для цього складаємо другу похідну цього показника. Друга похідна показника питомої продуктивності машини Π_{num} $\Pi_{num} = f(m)$ має вигляд:

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{\partial^2 \Pi_{num}}{\partial m^2} = \frac{-2K_2 l_{mp} K_3 N m K_{асм1} (K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{mp} m^2 K_{асм1})^2}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{mp} m^2 K_{асм1})^4} - \frac{(K_3 K_1 m_{кон} N^2 K_{асм1} - K_2 l_{mp} K_3 N m^2 K_{асм1})}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{mp} m^2 K_{асм1})^4} - \frac{4(K_1 m_{кон} N K_{асм1}^2 K_2 l_{mp} m + K_2^2 l_{mp}^2 m^3 K_{асм1}^2)}{1},$$

звідки

$$\frac{\partial^2 \Pi_{num}}{\partial m^2} = \frac{2K_2 K_3 l_{mp} K_{асм1}^2 N m (K_2 K_3 l_{mp} m^2 - 3K_1 m_{кон} N)}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{mp} m^2 K_{асм1})^3}. \quad (1.10)$$

Підставляємо у формулу (1.10) значення масової місткості кузова $m_{опт3}$ з формули (1.9), отримуємо:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{num}}{\partial m^2} = \frac{2K_2 K_3 l_{mp} K_{асм1}^2 N \sqrt{\frac{K_1 m_{кон} N}{K_2 l_{mp}}} (K_2 K_3 l_{mp} \frac{K_1 m_{кон} N}{K_2 l_{mp}} - 3K_1 m_{кон} N)}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{mp} m^2 K_{асм1})^3},$$

звідки

$$\frac{\partial^2 \Pi_{num}}{\partial m^2} = \frac{2K_2 K_3 l_{mp} K_{асм1}^2 N \sqrt{\frac{K_1 m_{кон} N}{K_2 l_{mp}}} K_1 m_{кон} N (K_3 - 3)}{(K_1 m_{кон} N K_{асм1} + K_2 l_{mp} m^2 K_{асм1})^3} < 0.$$

Друга похідна показника питомої продуктивності машини Π_{num} залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $\Pi_{num} = f(m)$, менше нуля, оскільки усі значення, підставлені в другу похідну позитивні, а коефіцієнт K_3 завжди більше 3. Показник питомої продуктивності машини Π_{num} $\Pi_{num} = f(m)$ має максимум при знайденому значенні масової місткості кузова $m_{опт3}$, залежному від технічних параметрів машини і умов експлуатації, або оптимальне значення масової місткості кузова $m_{опт3}$ буде при мінімальному значенні функції питомої продуктивності машини Π_{num} $\Pi_{num} = f(m)$.

Підставляємо значення коефіцієнтів K_1 і K_2 , у формулу (1.9) для визначення оптимальної масової місткості кузова $m_{опт3}$ отримаємо:

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{opt3} = \sqrt{\frac{10^3 N m_{кон} K_{всп. заг} \eta (1 - \delta_{тр}) K_{з.д}}{K_{всп. тр} g f (K_{авт1} + K_{авт2}) K_{авт1} l_{тр}}} \left(\frac{h}{v_3} + \frac{l_{пер}}{v_{пер}} \right) \quad (1.11)$$

Визначення оптимального значення масової місткості кузова Π_{Nm} шляхом диференціювання показника ефективності узагальненого показника, показує, що його величина має мінімум при певних значеннях масової місткості кузова т сміттєвозу і інших чинниках. Оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозу m_{opt4} , отримуємо шляхом диференціювання формули показника ефективності узагальненого показника Π_{Nm} залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m . Перша похідна показника ефективності узагальненого показника залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $\Pi_{Nm} = f(m)$ має вигляд:

$$\frac{\partial \Pi_{nm}}{\partial m} = - \frac{3NK_{авт1} K_1^2 m_{кон}^2}{K_3^2 m^4} - \frac{K_2 K_{авт1} l_{тр} K_1 m_{кон}}{K_3^2 m^2} + \frac{K_2^2 K_{авт1} l_{тр}^2}{NK_3^2} \quad (1.12)$$

Оптимальне значення масової місткості m знаходимо, прирівнюючи до нуля виразу для першої похідної $f'(m)=0$ по формулі (1.12):

$$- \frac{3NK_{авт1} K_1^2 m_{кон}^2}{K_3^2 m^4} - \frac{K_2 K_{авт1} l_{тр} K_1 m_{кон}}{K_3^2 m^2} + \frac{K_2^2 K_{авт1} l_{тр}^2}{NK_3^2} = 0,$$

Позначаючи $t = m^2$, маємо:

$$K_2^2 l_{тр}^2 t^2 - K_2 l_{тр} K_1 m_{кон} N t - 3N^2 K_1^2 m_{кон}^2 = 0,$$

звідки знаходимо

$$t_{1,2} = \frac{K_2 l_{тр} K_1 m_{кон} N \pm \sqrt{(K_2 l_{тр} K_1 m_{кон} N)^2 + 12 K_2^2 l_{тр}^2 N^2 K_1^2 m_{кон}^2}}{2 K_2^2 l_{тр}^2},$$

отримаємо:

$$t_1 = \left(\frac{1 + \sqrt{13}}{2} \right) \frac{K_1 m_{кон} N}{K_2 l_{тр}}.$$

Підставляємо замість позначення t його вираз, отримаємо:

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{опт } 4} = \sqrt{\left(\frac{1 + \sqrt{13}}{2}\right) \frac{K_1 m_{\text{кон}} N}{K_2 l_{\text{пр}}}}. \quad (1.13)$$

Перевіряємо отримане оптимальне значення масової місткості кузова сміттєвозу $m_{\text{опт } 4}$ у формулі (1.13) на відповідність його мінімуму показника ефективності узагальненого показника Π_{Nm} залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $\Pi_{Nm} = f(m)$ для цього складаємо другу похідну цього показника. Друга похідна показника ефективності узагальненого показника Π_{Nm} $\Pi_{Nm} = f(m)$ має вигляд:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{Nm}}{\partial m^2} = \frac{12NK_{\text{авт1}}K_1^2 m_{\text{кон}}^2}{K_2^2 m^5} + \frac{2K_2 K_{\text{авт1}} l_{\text{пр}} K_1 m_{\text{кон}}}{K_2^2 m^3} > 0.$$

Друга похідна показника ефективності узагальненого показника Π_{Nm} залежно від масової місткості кузова сміттєвозу m $\Pi_{Nm} = f(m)$ більше нуля, оскільки усі значення, підставлені в другу похідну позитивні. Показник ефективності узагальнений показник Π_{Nm} $\Pi_{Nm} = f(m)$ має мінімум при знайденому значенні масової місткості кузова топт4, залежного від технічних параметрів машини і умов експлуатації, або оптимальне значення масової місткості кузова $m_{\text{опт } 4}$ буде при мінімальному значенні показника ефективності узагальненого показника Π_{Nm} $\Pi_{Nm} = f(m)$.

Підставляємо значення коефіцієнтів K_1 і K_2 , у формулу (1.13) для визначення оптимальної масової місткості кузова $m_{\text{опт } 4}$ отримаємо:

$$m_{\text{опт } 4} = \sqrt{\left(\frac{1 + \sqrt{13}}{2}\right) \frac{10^3 N m_{\text{кон}} K_{\text{всп.зл}} \eta (1 - \delta_{\text{пр}}) K_{\text{з.д}} \left(\frac{h}{v_z} + \frac{l_{\text{пер}}}{v_{\text{пер}}}\right)}{K_{\text{всп.пр}} g f(K_{\text{авт1}} + K_{\text{авт2}}) K_{\text{авт1}} l_{\text{пр}}}} \quad (1.14)$$

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Актуальність та обґрунтування теми бакалаврської роботи і її практична новизна.

На основі вище викладеного в даній бакалаврській роботі розглядається питання підвищення ефективності використання спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів розробкою підходу до визначення їх оптимальної вантажопідйомності в залежності від умов експлуатації.

Не виникає сумнівів у важливості теми роботи, оскільки було встановлено, що можна знизити витрати на збір і вивезення твердих побутових відходів шляхом оптимізації параметрів смітєвозів в залежності від умов експлуатації, спрямованих на покращення конструкції спеціалізованих транспортних засобів та підвищення техніко-економічної ефективності їх використання.

В зв'язку з цим сформульовані основні завдання роботи, які полягають у наступному:

- визначити систему показників ефективності, які встановлюють оптимальні умови використання спеціалізованих транспортних засобів для збору і вивезення твердих побутових відходів залежно від умов їх експлуатації;
- встановити зв'язок між параметрами, що визначають умови експлуатації, та зміною показників ефективності;
- розробити модель, що визначає оптимальну вантажопідйомність смітєвозів на основі факторів, які впливають на неї;
- встановити оптимальну величину вантажопідйомності спеціалізованих транспортних засобів з урахуванням імовірнісної зміни відстані перевезення твердих побутових відходів.

					БР.АТ.24.08.10.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МАСОВОЇ МІСТКОСТІ КУЗОВА СМІТТЄВОЗА У ЙМОВІРНІСНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

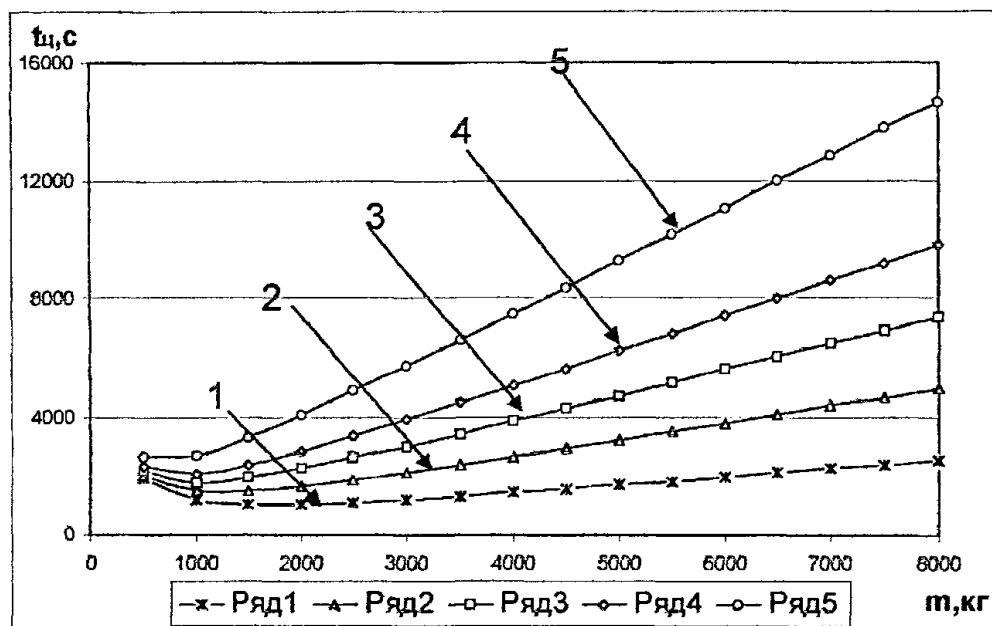
2.1 Аналіз показників ефективності сміттєвоза в залежності від різних умов функціонування.

Для аналізу показників експлуатаційної ефективності машини для збору і вивезення твердих побутових відходів вибираємо п'ять сміттєвозів, що представлені в парку рухомого складу підприємства ТОВ "Екостайл". Вибираємо марки сміттєвози з механізованим завантаженням контейнерів: МАЗ КО 427, МАЗ - 4371, Scania P230, DAF FAGCF340, Renault Premium 270.

Обчислюємо значення показників експлуатаційної ефективності залежно від технічних і експлуатаційних параметрів машини для збору і вивезення твердих побутових відходів: сумарний часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$; експлуатаційну продуктивність P ; питому енергоємність N_{nut} ; питому матеріаломісткість m_{nut} ; питому продуктивність P_{nut} ; узагальнений показник P_{Nm} . Для аналізу показників експлуатаційної ефективності будуємо їх графіки залежно від масової місткості кузова m , потужності базового шасі N , дальність транспортування твердих побутових відходів l_{mp} .

За результатами розрахунку побудовано графіки сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\psi}$ рис. 2.1 і рис. 2.2.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза у ймовірнісних умовах експлуатації			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.		Шульгін Ю.І.									
Перевір.		Голуб Д.В.									
Реценз.								ЦНТУ, гр. АТ-21СК-3			
Н. Контр.		Красота М.В.									
Затверд.		Магопєць С.О									

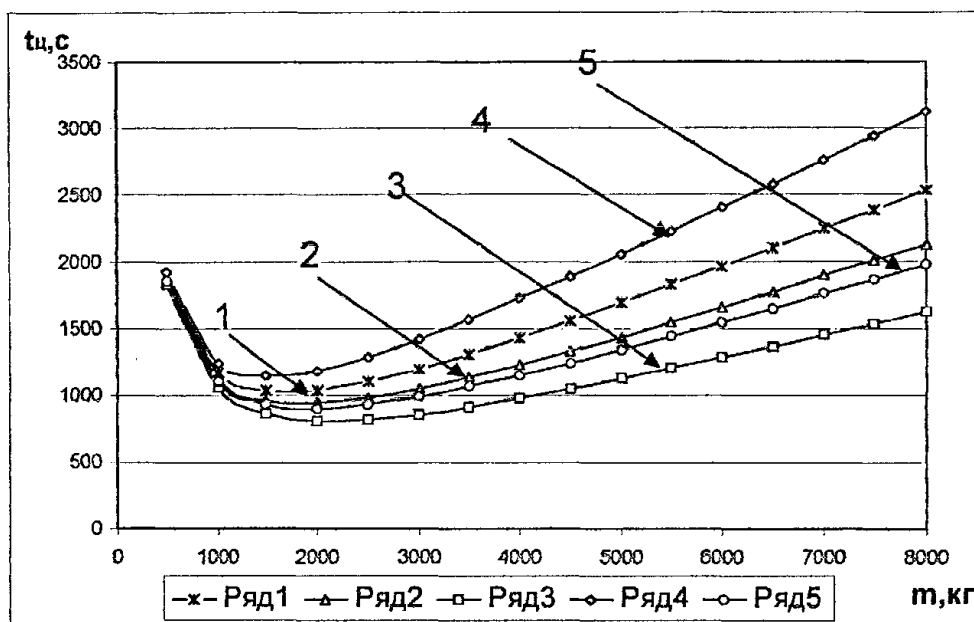


1 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp1} = 5$ км; 2 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp2} = 10$ км; 3 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp3} = 15$ км; 4 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp4} = 20$ км; 5 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp5} = 30$ км.

Рисунок 2.1 - Залежність сумарного часу робочого циклу t_{Σ} від масової місткості кузова m при потужності $N=110$ кВт машини для збору і вивезення твердих побутових відходів МАЗ - 4371 і дальності транспортування l_{mp}

З рисунку 2.1 видно, що сумарний час робочого циклу при невеликій масовій місткості кузова m - до 1 т має велике значення за рахунок більшої частини формули пов'язаною із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 1,5 т) сумарний час робочого циклу також починає збільшуватися за рахунок того, що росте частина у формулі пов'язана з транспортуванням відходів.

Сумарний час робочого циклу t_{Σ} із зростанням дальності транспортування твердих побутових відходів l_{mp} трохи збільшується при малій масовій місткості кузова - до 1 т і істотно збільшується при масовій місткості кузова - більше 1,5 т.

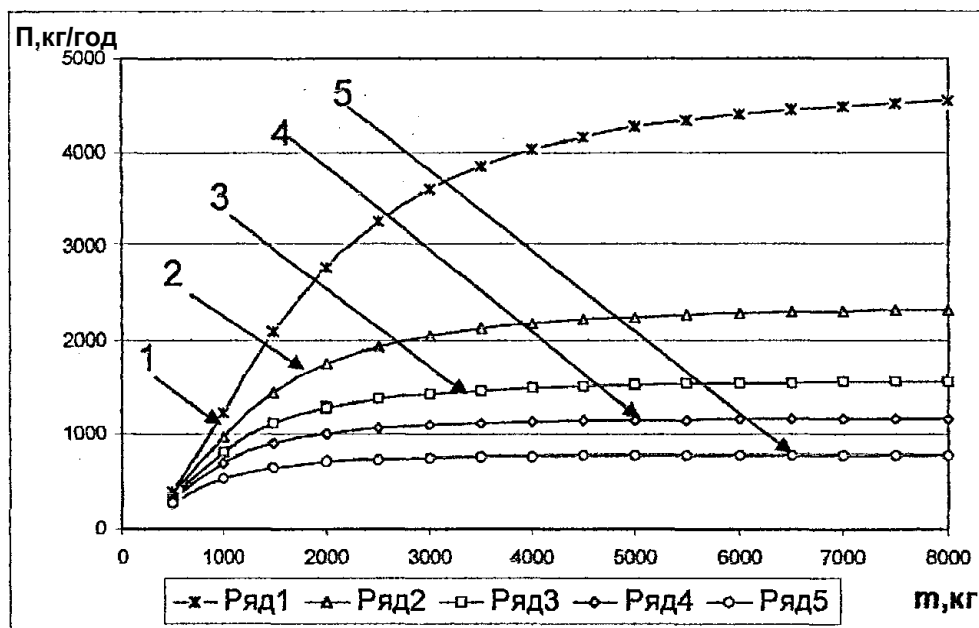


1 - машина МАЗ - 4371 потужність базового шасі $N = 110$ кВт; 2 - машина МАЗ КО-427 потужність базового шасі $N = 132$ кВт; 3 - машина SCANIA P230 потужність базового шасі $N = 176$ кВт; 4 - машина RENAULT PREMIUM 270 потужність базового шасі $N = 88,5$ кВт; 5 - машина DAF FAGCF340 потужність базового шасі $N = 143$ кВт.

Рисунок 2.2. - Залежність сумарного часу робочого циклу $t_{\Sigma\tau}$ від масової місткості кузова m при дальності транспортування $l_{mp} = 5$ км і потужності двигуна базового шасі N .

З рисунка 2.2 видно, що сумарний час робочого циклу $t_{\Sigma\tau}$, при невеликій масовій місткості кузова m - до 1 т має велике значення за рахунок більшої частини у формулі пов'язаної із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 3 т) сумарний час робочого циклу $t_{\Sigma\tau}$, також починає істотно збільшуватися за рахунок того, що росте частина, пов'язана з транспортуванням відходів. Сумарний час робочого циклу $t_{\Sigma\tau}$, із зростанням потужності базового шасі N обмежено зменшується при малих значеннях масової місткості кузова - до 1,5 т і зменшується при великій масовій місткості кузова - більше 2,5 т.

Також на основі результатів розрахунків будуюмо графіки експлуатаційної продуктивності // рис. 2.3 і рис. 2.4.

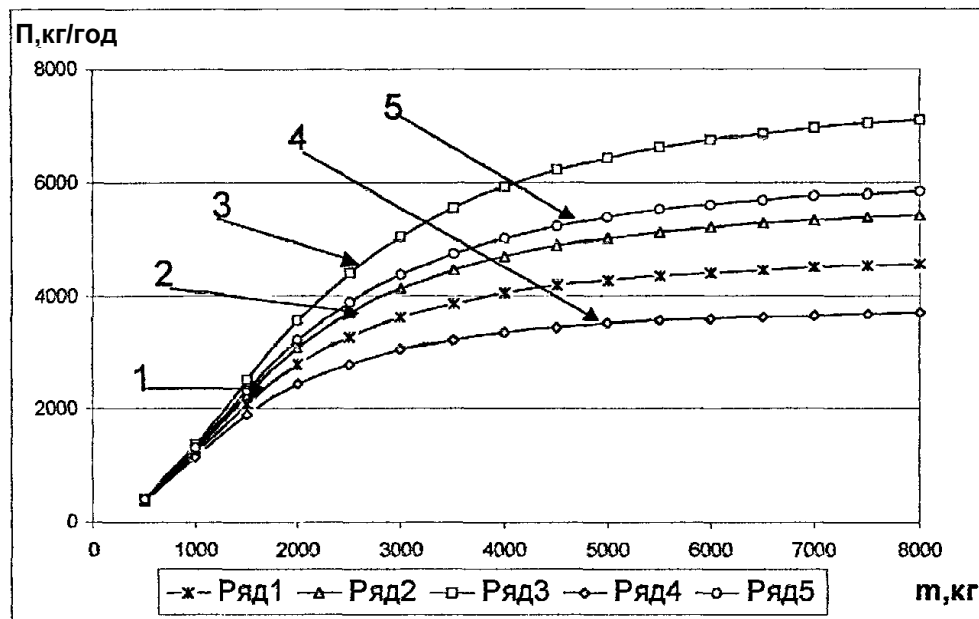


1 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp1} = 5\text{км}$; 2 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp2} = 10\text{км}$; 3 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp3} = 15\text{км}$; 4 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp4} = 20\text{км}$; 5 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp5} = 30\text{км}$.

Рисунок 2.3 - Залежність експлуатаційної продуктивності Π сміттєвозів від масової місткості кузова m при потужності $N=110$ кВт машини для збору і вивезення твердих побутових відходів МАЗ-4371 і дальності транспортування l_{mp}

З рисунку 2.3 видно, що експлуатаційна продуктивність Π збільшується при невеликій масовій місткості кузова m - до 3 т за рахунок впливу, пов'язаного із завантаженням кузова, який зменшується. При великій масовій місткості кузова (більше 4 т) експлуатаційна продуктивність Π збільшується обмежено за рахунок зменшення впливу, пов'язаного із завантаженням відходів. Експлуатаційна продуктивність Π із зростанням дальності транспортування

твердих побутових відходів l_{mp} трохи зменшується при малій масовій місткості кузова - до 1 т і істотно зменшується при масовій місткості кузова - більше 1,5 т.

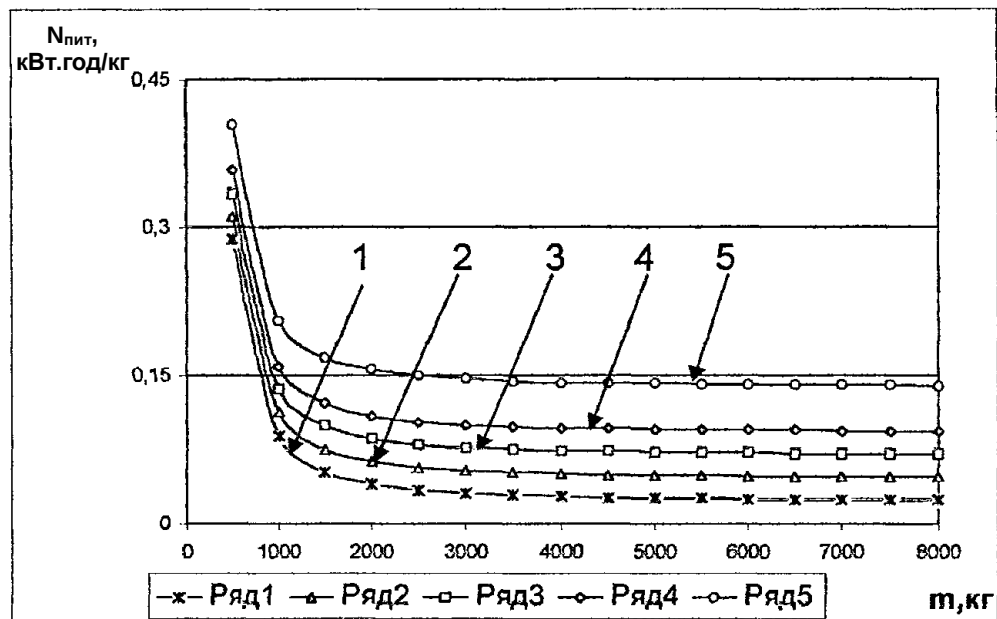


1 - машина МАЗ - 4371 потужність базового шасі $N = 110$ кВт; 2 - машина МАЗ КО-427 потужність базового шасі $N = 132$ кВт; 3 - машина SCANIA P230 потужність базового шасі $N = 176$ кВт; 4 - машина RENAULT PREMIUM 270 потужність базового шасі $N = 88,5$ кВт; 5 - машина DAF FAGCF340 потужність базового шасі $N = 143$ кВт.

Рисунок 2.4 - Залежність експлуатаційної продуктивності Π від масової місткості кузова m при дальності транспортування $l_{mp} = 5$ км і потужності двигуна базового шасі N

З рис. 2.4 видно, що експлуатаційна продуктивність Π збільшується при невеликій масовій місткості кузова m - до 3 т за рахунок впливу, пов'язаного із завантаженням кузова, яке зменшується. При великій масовій місткості кузова (більше 4 т) експлуатаційна продуктивність Π збільшується обмежено за рахунок зменшення впливу, пов'язаного із завантаженням відходів. Експлуатаційна продуктивність Π із зростанням потужності базового шасі N трохи збільшується при малій масовій місткості кузова - до 2 т і збільшується при масовій місткості кузова - більше 2,5 т.

За результатами розрахунків також будуємо графіки питомої енергоємності рис. 2.5 і рис. 2.6.

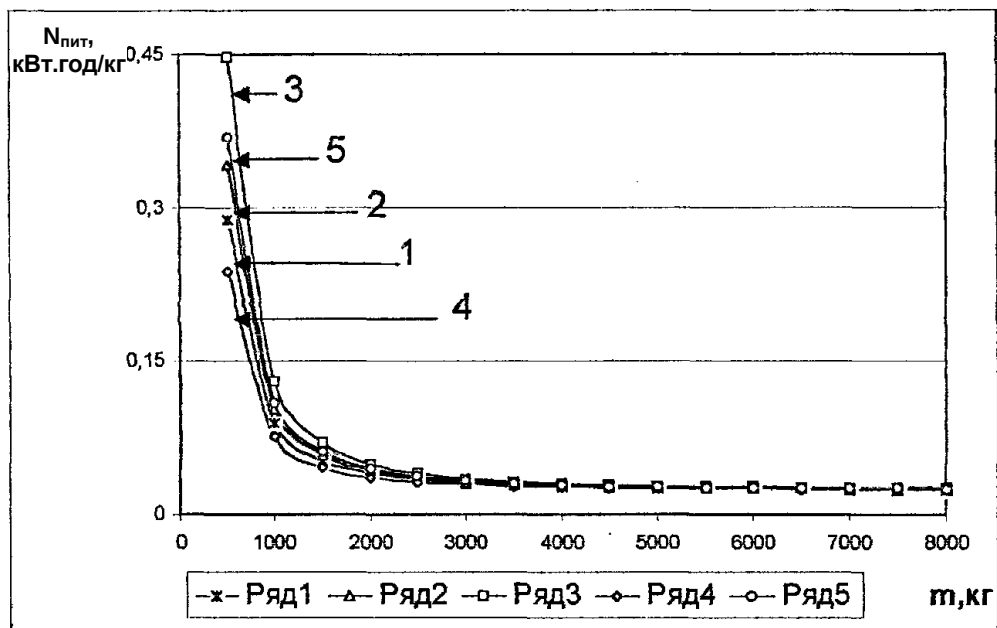


1 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{\text{мп}1} = 5 \text{ км}$; 2 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{\text{мп}2} = 10 \text{ км}$; 3 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{\text{мп}3} = 15 \text{ км}$; 4 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{\text{мп}4} = 20 \text{ км}$; 5 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{\text{мп}5} = 30 \text{ км}$.

Рисунок 2.5 - Залежність питомої енергоємності $N_{\text{пит}}$ сміттєвозу від масової місткості кузова m при потужності $N = 110 \text{ кВт}$ машини для збору і вивезення твердих побутових відходів МАЗ - 4371 і дальності транспортування $l_{\text{мп}}$

З рис. 2.5 видно, що питома енергоємність N сміттєвозу істотно зменшується при невеликій масовій місткості кузова m - до 2 т за рахунок впливу, пов'язаного із завантаженням кузова, який зменшується. При великій масовій місткості кузова (більше 2,5 т) питома енергоємність $N_{\text{пит}}$ зменшується обмежено за рахунок зменшення впливу, пов'язаного із завантаженням відходів. Питома енергоємність N сміттєвозу із зростанням дальності транспортування твердих побутових відходів $l_{\text{мп}}$ трохи збільшується при малій масовій місткості кузова - до 1 т і істотно збільшується при масовій місткості кузова - більше 1,5 т.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



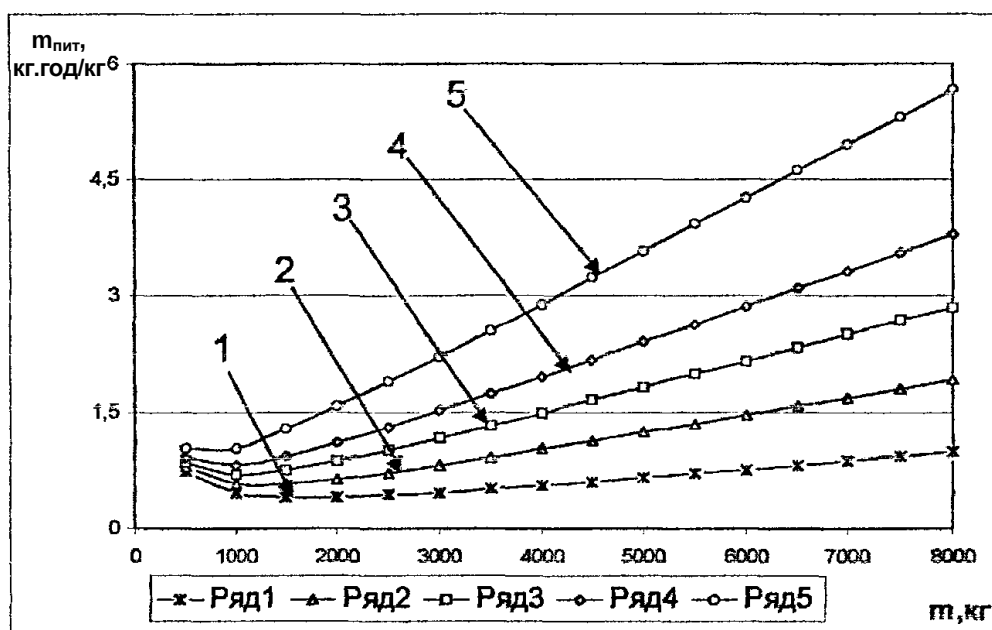
1 - машина МАЗ - 4371 потужність базового шасі $N=110$ кВт; 2 - машина МАЗ КО-427 потужність базового шасі $N=132$ кВт; 3 - машина SCANIA P230 потужність базового шасі $N=176$ кВт; 4 - машина RENAULT PREMIUM 270 потужність базового шасі $N=88,5$ кВт; 5 - машина DAF FAGCF340 потужність базового шасі $N=143$ кВт.

Рисунок 2.6 - Залежність питомої енергоемності N_{nut} сміттєвозу від масової місткості кузова m при дальності транспортування $l_{mp}=5$ км і потужності двигуна базового шасі N

З рис. 3.6 видно, що питома енергоемність N сміттєвозу істотно зменшується при невеликій масовій місткості кузова m - до 2 т за рахунок впливу, пов'язаного із завантаженням кузова, яке зменшується. При масовій місткості кузова (більше 2,5 т) питома енергоемність N_{nut} зменшується обмежено за рахунок зменшення впливу, пов'язаного із завантаженням відходів. Питома енергоемність N_{nut} із зростанням потужності базового шасі N збільшується при малій масовій місткості кузова - до 2 т і трохи збільшується при масовій місткості кузова - більше 2,5 т.

За результатами розрахунку будуюмо графіки питомої матеріаломісткості рис. 2.7 і рис. 2.8.

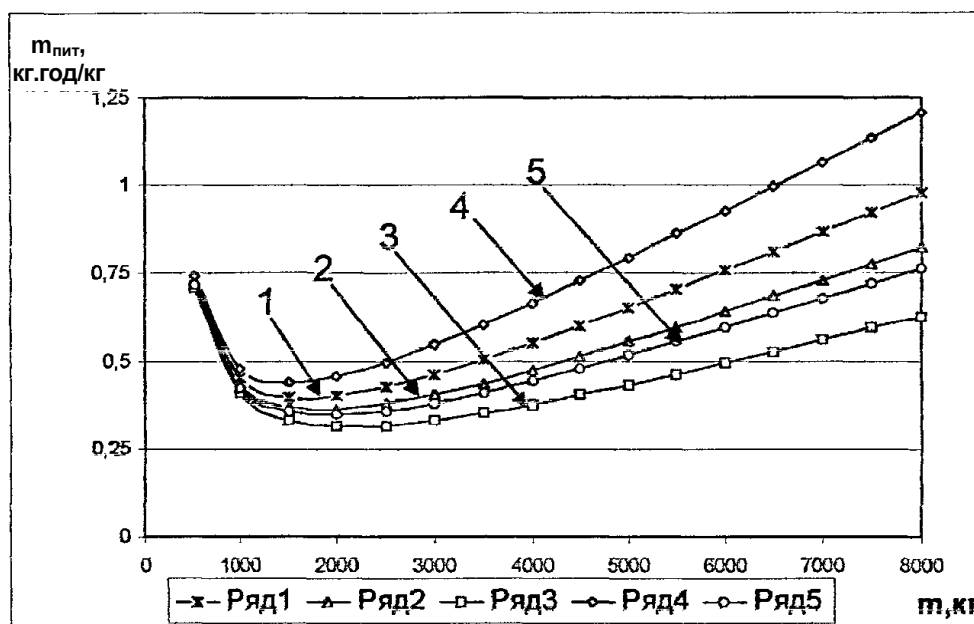
					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp1} = 5\text{км}$; 2 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp2} = 10\text{км}$; 3 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp3} = 15\text{км}$; 4 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp4} = 20\text{км}$; 5 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp5} = 30\text{км}$.

Рисунок 2.7 - Залежність питомої матеріаломісткості $m_{\text{пит}}$ сміттєвозу від масової місткості кузова m при потужності $N=110$ кВт машини для збору і вивезення твердих побутових відходів МАЗ - 4371 і дальності транспортування l_{mp}

З рис. 2.7 видно, що питома матеріаломісткість при малій масовій місткості кузова m - до 1 т має більше значення за рахунок більшої частини, пов'язаної із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 3 т) питома матеріаломісткість також починає істотно збільшуватися за рахунок того, що росте частка, пов'язана з транспортуванням відходів. Питома матеріаломісткість $m_{\text{пит}}$ із зростанням дальності транспортування твердих побутових відходів l_{mp} трохи збільшується при малій масовій місткості кузова - до 1 т і істотно збільшується при масовій місткості кузова - більше 1,5 т.

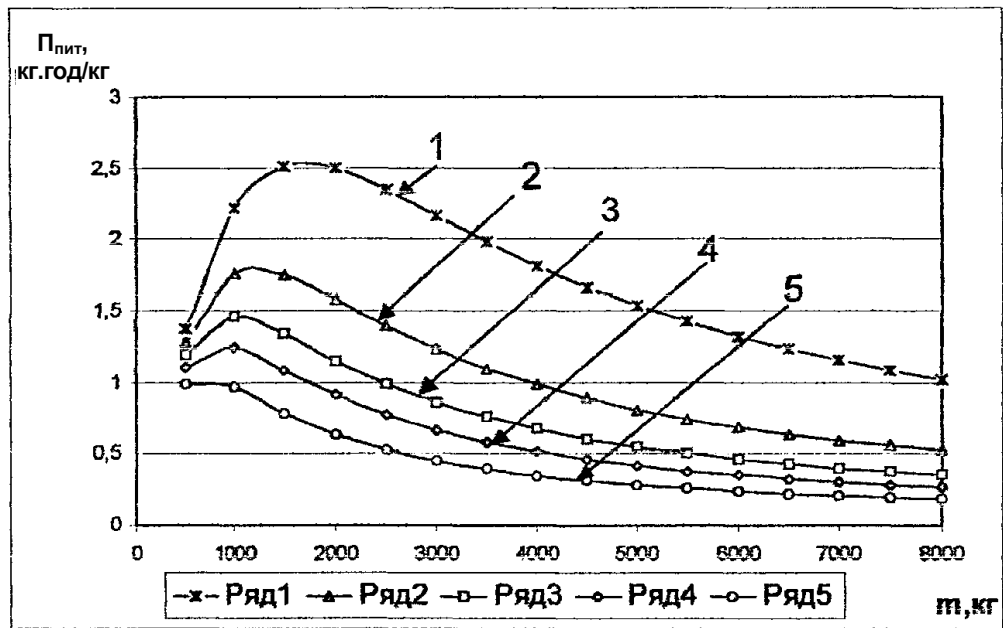


1 - машина МАЗ - 4371 потужність базового шасі $N=110$ кВт; 2 - машина МАЗ КО-427 потужність базового шасі $N=132$ кВт; 3 - машина SCANIA P230 потужність базового шасі $N=176$ кВт; 4 - машина RENAULT PREMIUM 270 потужність базового шасі $N=88,5$ кВт; 5 - машина DAF FAGCF340 потужність базового шасі $N=143$ кВт.

Рисунок 2.8 - Залежність питомої матеріаломісткості $m_{\text{пит}}$ смітєвозу від масової місткості кузова m при дальності транспортування $l_{\text{пр}}=5$ км і потужності двигуна базового шасі N

З рис. 2.8 видно, що питома матеріаломісткість при малій масовій місткості кузова m - до 1 т має велике значення за рахунок більшої частини, пов'язаної із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 3 т) питома матеріаломісткість $m_{\text{пит}}$, також починає істотно збільшуватися за рахунок того, що росте частина, пов'язана з транспортуванням відходів. Питома матеріаломісткість із зростанням потужності базового шасі N обмежено зменшується при малих значеннях масової місткості кузова - до 1,5 т і зменшується при великій масовій місткості кузова - більше 2 т.

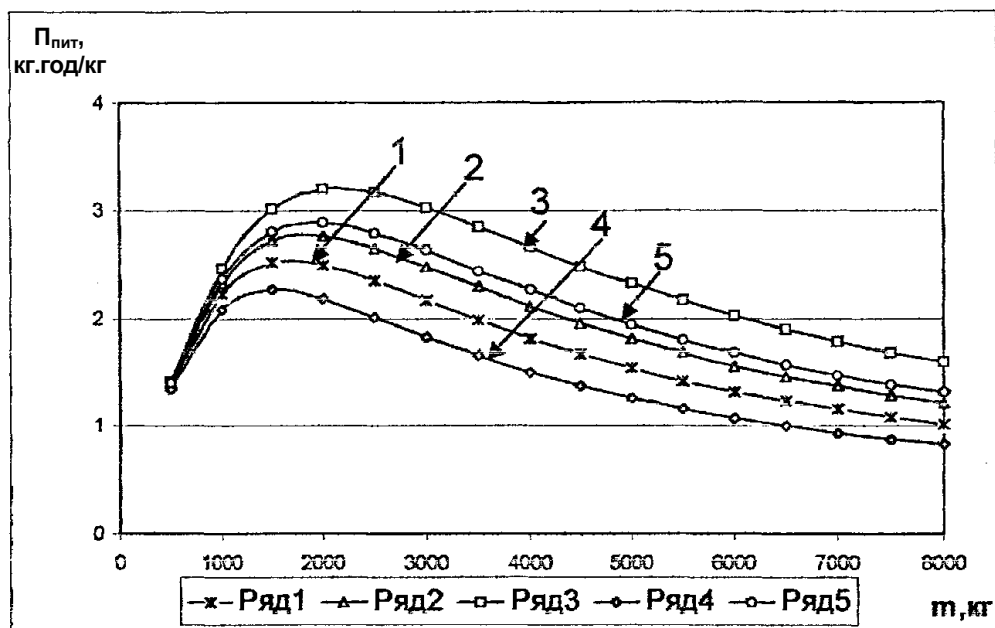
За результатами розрахунку будуюмо графіки питомої продуктивності $\Pi_{\text{пит}}$ рис. 2.9 і рис. 2.10.



1 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp1} = 5\text{км}$; 2 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp2} = 10\text{км}$; 3 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp3} = 15\text{км}$; 4 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp4} = 20\text{км}$; 5 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp5} = 30\text{км}$.

Рисунок 2.9 - Залежність питомої продуктивності Π_{nut} сміттєвозу від масової місткості кузова m при потужності $N=110$ кВт машини для збору і вивезення твердих побутових відходів МАЗ - 4371 і дальності транспортування l_{mp}

З рис. 2.9 видно, що питома продуктивність Π_{nut} при малій масовій місткості кузова m - до 1 т має менше значення за рахунок більшої частини, пов'язаної із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 2 т) питома продуктивність Π_{nut} , також починає зменшуватися за рахунок того, що зменшується частка, пов'язана з транспортуванням відходів. Питома продуктивність Π_{nut} із зростанням дальності транспортування твердих побутових відходів l_{mp} трохи зменшуватися при малій масовій місткості кузова - до 700 кг і істотно зменшуватися при масовій місткості кузова - більше 1 т.

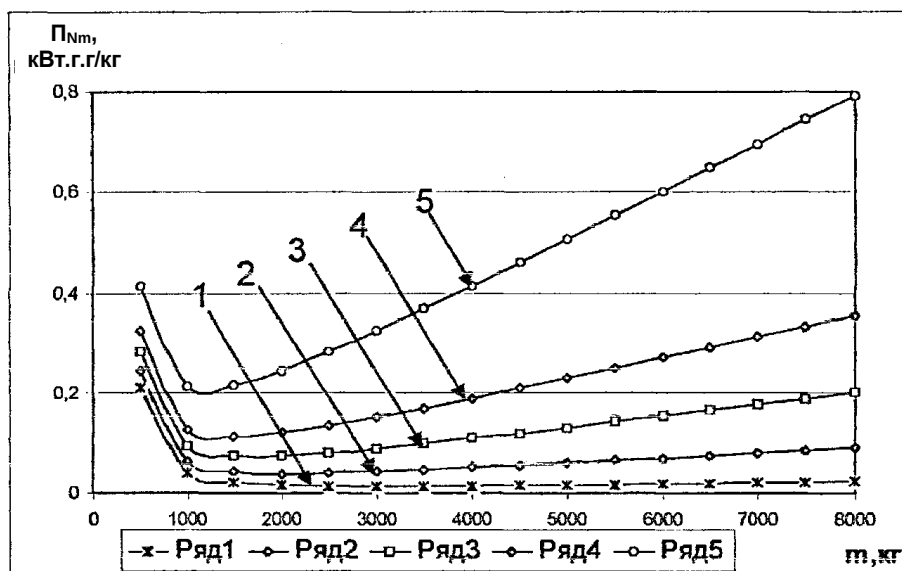


1 - машина МАЗ - 4371 потужність базового шасі $N = 110$ кВт; 2 - машина МАЗ КО-427 потужність базового шасі $N = 132$ кВт; 3 - машина SCANIA P230 потужність базового шасі $N = 176$ кВт; 4 - машина RENAULT PREMIUM 270 потужність базового шасі $N = 88,5$ кВт; 5 - машина DAF FAGCF340 потужність базового шасі $N = 143$ кВт.

Рисунок 2.10 - Залежність питомої продуктивності сміттєвозу від масової місткості кузова t при дальності транспортування $l_{\text{тр}} = 5$ км і потужності двигуна базового шасі N

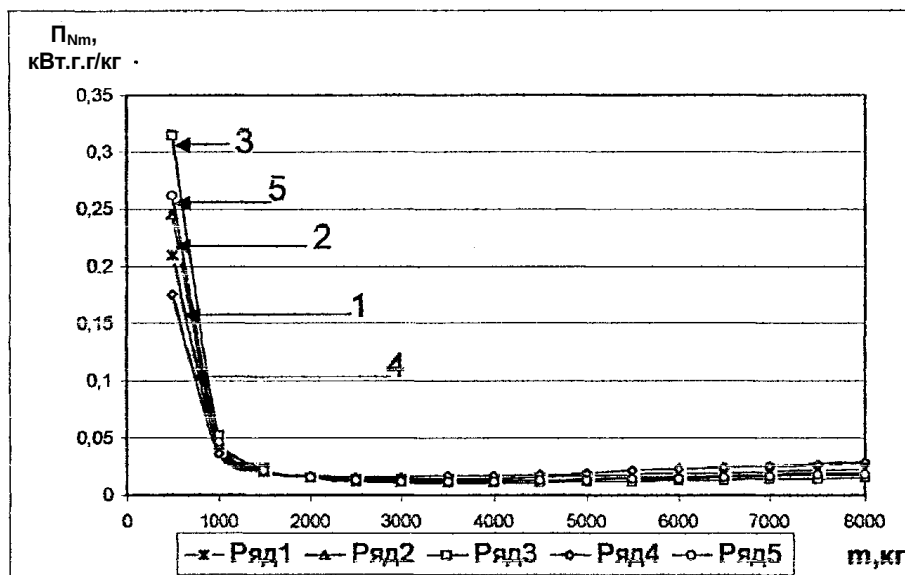
З рис. 2.10 видно, що питома продуктивність $\Pi_{\text{пит}}$ при малій масовій місткості кузова t - до 1,5 т має менше значення за рахунок більшої частини, пов'язаної із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 2,5 т) питома продуктивність $\Pi_{\text{пит}}$, також починає зменшуватися за рахунок того, що росте частина, пов'язана з транспортуванням відходів. Питома продуктивність $\Pi_{\text{пит}}$ із зростанням потужності базового шасі N обмежено збільшується при малих значеннях масової місткості кузова - до 1 т і збільшується при великій масовій місткості кузова - більше 2 т.

За результатами розрахунку будуюмо графіки узагальненого показника Π_{Nm} рис. 2.11 і рис. 2.12.



1 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp1}=5\text{км}$; 2 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp2}=10\text{км}$; 3 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp3}=15\text{км}$; 4 - дальність транспортування твердих побутових відходів $l_{mp4}=20\text{км}$; 5 - дальність l_{mp}

Рисунок 2.11 - Залежність узагальненого показника сміттєвозу від масової місткості кузова m при потужності $N=110$ кВт машини для збору і вивезення твердих побутових відходів МАЗ - 4371 і дальності транспортування l_{mp}



1 - машина МАЗ - 4371 потужність базового шасі $N=110$ кВт; 2 - машина МАЗ КО-427 потужність базового шасі $N=132$ кВт; 3 - машина SCANIA P230 потужність базового шасі $N=176$ кВт; 4 - машина RENAULT PREMIUM 270 потужність базового шасі $N=88,5$ кВт; 5 - машина DAF FAGCF340 потужність базового шасі $N=143$ кВт.

Рисунок 2.12 - Залежність узагальненого показника сміттєвозу від масової місткості кузова m при дальності транспортування $l_{mp}=5\text{км}$ і потужності двигуна базового шасі N

З Рисунок 3.12 видно, що узагальнений показник Π_{Nm} при малій масовій місткості кузова m - до 1 т має велике значення за рахунок більшої частини, пов'язаної із завантаженням кузова. При великій масовій місткості кузова (більше 3 т) узагальнений показник також починає трохи збільшуватися за рахунок того, що росте частина, пов'язана з транспортуванням відходів. Узагальнений показник Π_{Nm} із зростанням потужності базового шасі N обмежено збільшується при малих значеннях масової місткості кузова - до 1,5 т і обмежено зменшується при великій масовій місткості кузова - більше 2,5 т.

2.2 Математичне очікування маси твердих побутових відходів в залежності від теоретичної функції розподілу їх дальність транспортування.

Величина дальності транспортування твердих побутових відходів l_i , є випадковою. Обчислення наближеної кількості інтервалів групування r :

$$r = 1,15[0,42(n-1)^2]^{0,27} = 29$$

Визначення ширини інтервалів групування

$$\Delta l = \frac{(l_n - l_1)}{r} = 24,3$$

Обчислення значення емпіричної функції розподілу

$$F_o(l) = \sum_{j=1}^r \frac{t_j}{n}$$

де t_j - число попадань випадкової величини дальність твердих відходів, що вивозяться, в інтервал;

j - номер інтервалу Обчислення значення емпіричної щільності розподілу.

$$f_o(l) = \frac{t_j}{n\Delta l}$$

Результати групування емпіричних даних приведені в таблиці 2.1

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Вихідна вибірка, емпіричні функція і щільність розподілу дальності транспортування твердих побутових відходів l_i

Номер інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Середина інтервалу	Число попадань випадкової величини в інтервал	Емпірична функція розподілу	Емпірична щільність розподілу
1	55	79,3	67,15	26	0,04212	0,001734
2	79,3	103,6	91,45	35	0,09882	0,002334
3	103,6	127,9	115,75	41	0,16524	0,002735
4	127,9	152,2	140,05	51	0,24786	0,003402
5	152,2	176,5	164,35	52	0,3321	0,003468
6	176,5	200,8	188,65	49	0,41148	0,003268
7	200,8	225,1	212,95	47	0,48762	0,003135
8	225,1	249,4	237,25	45	0,56052	0,003001
9	249,4	273,7	261,55	42	0,62856	0,002801
10	273,7	298	285,85	38	0,69012	0,002534
11	298	322,3	310,15	33	0,74358	0,002201
12	322,3	346,6	334,45	28	0,78894	0,001868
13	346,6	370,9	358,75	23	0,8262	0,001534
14	370,9	395,2	383,05	20	0,8586	0,001334
15	395,2	419,5	407,35	17	0,88614	0,001134
16	419,5	443,8	431,65	14	0,90882	0,000934
17	443,8	468,1	455,95	11	0,92664	0,000734
18	468,1	492,4	480,25	9	0,94122	0,0006
19	492,4	516,7	504,55	8	0,95418	0,000534
20	516,7	541	528,85	7	0,96552	0,000467
21	541	565,3	553,15	6	0,97524	0,0004
22	565,3	589,6	577,45	4	0,98172	0,000267
23	589,6	613,9	601,75	3	0,98658	0,0002
24	613,9	638,2	626,05	2	0,98982	0,000133
25	638,2	662,5	650,35	2	0,99306	0,000133
26	662,5	686,8	674,65	1	0,99468	6,67E-05
27	686,8	711,1	698,95	1	0,9963	6,67E-05
28	711,1	735,4	723,25	1	0,99792	6,67E-05
29	735,4	760	747,55	1	0,99954	6,67E-05

За результатами розрахунку в таблиці 2.1 будуємо графік гістограми рисунок 2.13.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

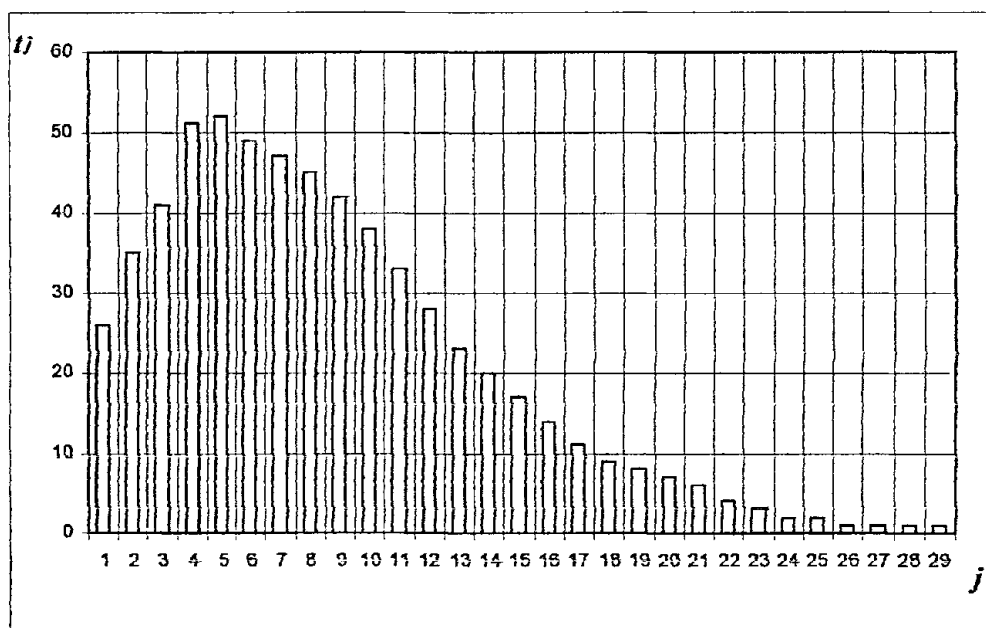


Рисунок 2.13 - Гістограма випадкової величини дальності транспортування твердих побутових відходів

За розрахунками і зовнішнім виглядом гістограми приймаємо гіпотезу про те, що емпіричні дані відповідають закону розподілу Вейбула.

Обчислюємо оцінку математичного очікування випадкової величини дальності транспортування відходів, що вивозяться l_0 :

$$l_0 = \sum_{j=1}^r \frac{l_{jc} t_j}{n} = 252,1 \text{ км,}$$

де l_{jc} - середина інтервалу.

Обчислюємо оцінку середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (l_j - l_0)^2 t_j} = 130,165 \text{ км.}$$

Обчислюємо оцінку коефіцієнта варіації:

$$V = \frac{\sigma}{l_0} = 0,52$$

На підставі отриманих значень по таблиці з роботи [11] знаходимо оцінку параметра форми $b=2,01$, значення коефіцієнта $k_b=0,886$ для оцінки параметра масштабу і коефіцієнта $q_b=0,461$ для оцінки параметра зрушення.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислюємо оцінку параметра масштабу a :

$$a = \frac{\sigma}{q_b} = 282,35$$

Обчислюємо оцінку параметра зрушення:

$$c = l_0 - ak_b = 1,93$$

Обчислюємо значення теоретичної функції розподілу:

$$F(l_{jc}) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{l_{jc} - c}{a} \right)^b \right]$$

Розраховуємо значення теоретичної щільності розподілу ймовірності:

$$f(l_{jc}) = \frac{b}{a} \left(\frac{l_{jc} - c}{a} \right)^{b-1} \exp \left[-\left(\frac{l_{jc} - c}{a} \right)^b \right]$$

Дані за розрахунком теоретичної функції розподілу $F(l_{jc})$ і теоретичної щільності розподілу $f(l_{jc})$ випадкової величини дальність транспортування відходів l_j , представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Результати розрахунку теоретичної функції розподілу $F(l_{jc})$ і функції теоретичної щільності розподілу ймовірності $f(l_{jc})$, випадкової величини дальність транспортування відходів l_j .

Номер інтервалу	Середина інтервалу	Теоретична функція розподілу	Функція теоретичної щільності розподілу вірогідності
1	67,15	0,051197	0,000768
2	91,45	0,094556	0,001049
3	115,75	0,148678	0,001258
4	140,05	0,211399	0,001416
5	164,35	0,280321	0,001523
6	188,65	0,352963	0,001576
7	212,95	0,426917	0,001579
8	237,25	0,499969	0,001538
9	261,55	0,570206	0,00146
10	285,85	0,636084	0,001353
11	310,15	0,696462	0,001226
12	334,45	0,750603	0,001088
13	358,75	0,798149	0,000946

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14	383,05	0,839074	0,000806
15	407,35	0,873621	0,000674
16	431,65	0,902238	0,000553
17	455,95	0,925508	0,000445
18	480,25	0,94409	0,000352
19	504,55	0,958666	0,000274
20	528,85	0,9699	0,000209
21	553,15	0,97841	0,000157
22	577,45	0,984747	0,000116
23	601,75	0,989386	8,4E-05
24	626,05	0,992725	5,99E-05
25	650,35	0,995088	4,21E-05
26	674,65	0,996734	2,9E-05
27	698,95	0,997861	1,97E-05
28	723,25	0,99862	1,32E-05
29	747,7	0,999126	8,62E-06

За результатами розрахунку в таблиці 2.2 будемо графіки теоретичної функції розподілу $F(l_{jc})$ рис. 2.14 і теоретичній щільності розподілу ймовірності $f(l_{jc})$, випадкової величини дальності транспортування відходів l_j рисунок 2.15.

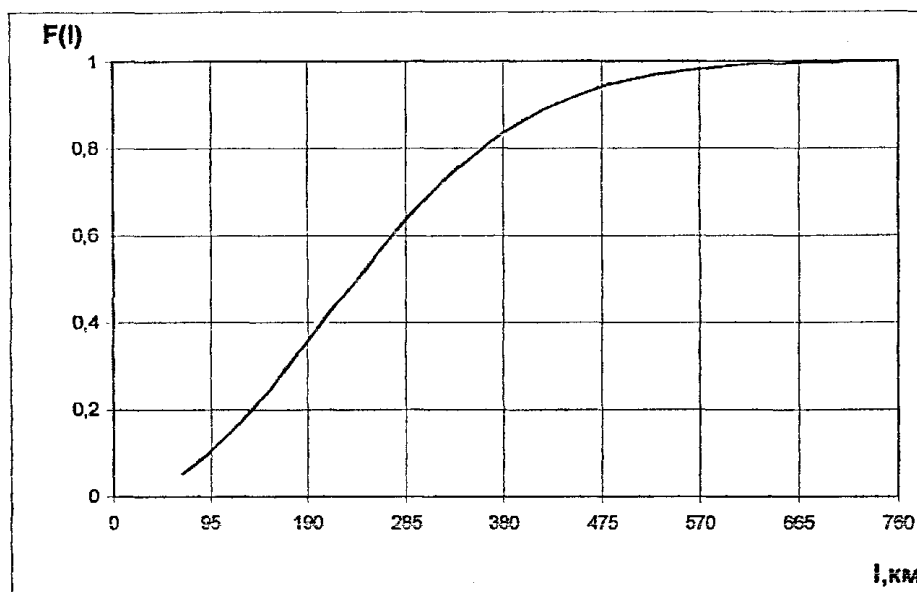


Рисунок 2.14 - Графік теоретичної функції розподілу $F(l_{jc})$

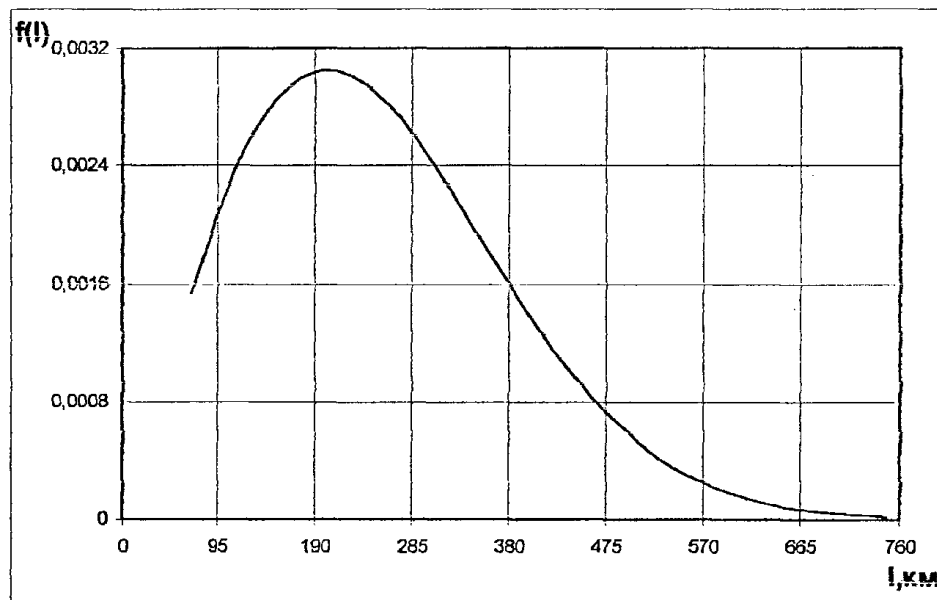


Рисунок 2.15 - Графік теоретичної функції щільності розподілу ймовірностей $f(l_{jc})$

Форма кривої на рис. 2.15 обумовлена тим, що полігон по захороненню твердих побутових відходів знаходиться на околиці міста Кропивницького, тому теоретична щільність розподілу ймовірності дальності транспортування твердих побутових відходів l_j має найбільше значення приблизно на відстані його віддалення від центру міста.

Перевірка згоди між емпіричними і теоретичними даними виконана за критерієм хі-квадрат χ^2 , що визначається по формулі [13]:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^r \frac{(t_j - nF_j)^2}{nF_j},$$

де F_j - ймовірність попадання емпіричних даних j -ий інтервал.

Розрахунок значення ймовірності попадання емпіричних даних у j -ий інтервал:

$$F_j = f(l_j) \Delta l.$$

Інтервали, в яких значення частот l_j менше 5, об'єднуються з сусідніми.

Визначення числа ступенів свободи:

$$k = r - z - 1 = 19,$$

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $z=3$ - число параметрів теоретичного розподілу.

$r=23$ - число інтервалів групування після об'єднання.

По k і χ^2 за допомогою таблиці з роботи [13] визначається ймовірність p того, що величина, що має розподіл χ^2 з k ступенями свободи, перевершить це значення $\chi^2 = 13,6295$, отримуємо $p \approx 0,8$ - ця ймовірність достатня, щоб не відкинути гіпотезу.

Дані за розрахунком ймовірності попадання емпіричних даних випадкової величини дальності транспортування відходів l_j в j -ий інтервал за критерієм Пірсона хі-квадрат χ^2 представлені в табл. 2.3.

Величина маси відходів m_i , що вивозяться, є випадковою. Розмірів вибірки складає $n = 617$. Найбільше значення вибірки складає $m_n = 8000$, найменше - $m_l = 0,1$. Обчислення наближеної кількості інтервалів групування r :

$$r = 1,15[0,42(n-1)^2]^{0,27} = 29.$$

Визначення ширини інтервалів групування:

$$\Delta m = \frac{(m_n - m_l)}{r} = 275,9.$$

Обчислення значення емпіричної функції розподілу:

$$F_j(m) = \sum_{j=1}^r \frac{t_j}{n},$$

де t_j - число попадань випадкової величини маси твердих побутових відходів, що вивозяться, в інтервал;

j - номер інтервалу.

Обчислення значення емпіричної щільності розподілу:

$$f_j(m) = \frac{t_j}{n\Delta m}.$$

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 - Обчислення ймовірності попадання емпіричних даних випадкової величини дальності транспортування відходів l_j в j -ий інтервал і критерію Пірсона хі-квадрат χ^2

Номер інтервалу	Число попадань випадкової величини в інтервал	Функція теоретичної щільності розподілу ймовірності	Ймовірність попадання емпіричних даних в j -ий інтервал	Критерій хі-квадрат
1	26	0,000768	0,03735	0,378972
2	35	0,001049	0,049086	0,733632
3	41	0,001258	0,058834	0,608297
4	51	0,001416	0,066282	2,496398
5	52	0,001523	0,07127	1,464982
6	49	0,001576	0,073794	0,264275
7	47	0,001579	0,073794	0,0398338
8	45	0,001538	0,072106	0,005854
9	42	0,00146	0,068483	0,001528
10	38	0,001353	0,063509	0,03584
11	33	0,001226	0,057591	0,180691
12	28	0,001088	0,051125	0,398227
13	23	0,000946	0,044468	0,717488
14	20	0,000806	0,037923	0,493636
15	17	0,000674	0,031728	0,339092
16	14	0,000553	0,026055	0,268043
17	11	0,000445	0,021008	0,297006
18	9	0,000352	0,016638	0,156028
19	8	0,000274	0,012946	1,9E-05
20	7	0,000209	0,009899	0,130311
21	6	0,000157	0,00744	0,432644
22	4	0,000116	0,005498	0,108947
23	3	8,4E-05	0,003994	0,116374
24	2	5,99E-05	0,002854	0,032502
25	2	4,21E-05	0,002005	0,470198
26	1	2,9E-05	0,001386	0,024531
27	1	1,97E-05	0,000942	0,30132
28	1	1,32E-05	0,00063	0,960169
29	1	8,62E-06	0,000414	2,172666
				Σ 13,62951

Результати групування емпіричних даних приведені в таблиці 2.4.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Початкова вибірка, емпірична функція і емпірична щільність розподілу маси відходів, що вивозяться m_i

Номер інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Середина інтервалу	Число попадань випадкової величини в інтервал	Емпірична функція розподілу	Емпірична щільність розподілу
1	0,1	276	138,05	157	0,25434	0,000921
2	276	551,9	413,95	111	0,43416	0,000651
3	551,9	827,8	689,85	75	0,55566	0,00044
4	827,8	1103,7	965,75	57	0,648	0,000334
5	1103,7	1379,6	1241,65	47	0,72414	0,000276
6	1379,6	1655,5	1517,55	36	0,78246	0,000211
7	1655,5	1931,4	1793,45	28	0,82782	0,000164
8	1931,4	2207,3	2069,35	21	0,86184	0,000123
9	2207,3	2483,2	2345,25	15	0,88614	8,8E-05
10	2483,2	2759,1	2621,15	12	0,90558	7,04E-05
11	2759,1	3035	2897,05	10	0,92178	5,86E-05
12	3035	3310,9	3172,95	9	0,93636	5,28E-05
13	3310,9	3586,8	3448,85	8	0,94932	4,69E-05
14	3586,8	3862,7	3724,75	6	0,95904	3,52E-05
15	3862,7	4138,6	4000,65	5	0,96714	2,93E-05
16	4138,6	4414,5	4276,55	4	0,97362	2,35E-05
17	4414,5	4690,4	4552,45	3	0,97848	1,76E-05
18	4690,4	4966,3	4828,35	3	0,98334	1,76E-05
19	4966,3	5242,2	5104,25	2	0,98658	1,17E-05
20	5242,2	5518,1	5380,15	2	0,98982	1,17E-05
21	5518,1	5794	5656,05	1	0,99144	5,86E-06
22	5794	6069,9	5931,95	1	0,99306	5,86E-06
23	6069,9	6345,8	6207,85	1	0,99468	5,86 E-06
24	6345,8	6621,7	6483,75	1	0,9963	5,86E-06
25	6621,7	6897,6	6759,65	0	0,9963	0
26	6897,6	7173,5	7035,55	1	0,99792	5,86E-06
27	7173,5	7449,4	7311,45	0	0,99792	0
28	7449,4	7725,3	7587,35	0	0,99792	0
29	7725,3	8001,2	7863,25	1	1	5,86E-06

За результатами розрахунку в таблиці 2.4 будуємо графік гістограми рис. 2.16.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

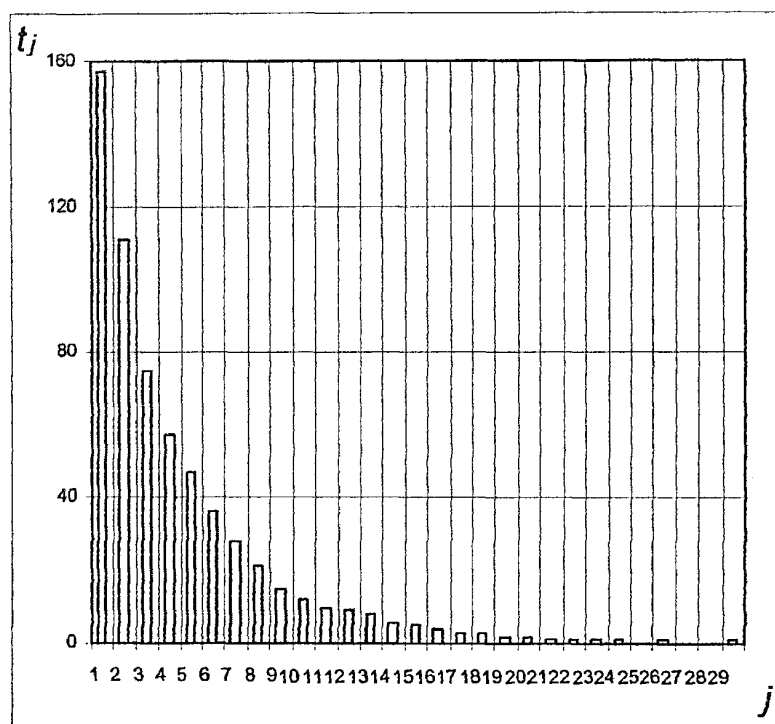


Рисунок 2.16 - Гістограма випадкової величини маси твердих побутових відходів m_j , що вивозяться.

За розрахунками і зовнішнім виглядом гістограми приймаємо гіпотезу про те, що емпіричні дані відповідають експоненціальному закону розподілу та проводимо оцінку параметрів закону розподілу.

Обчислюємо оцінку математичного очікування випадкової величини маси твердих побутових відходів, що вивозяться m_{oe} :

$$m_{oe} = \sum_{j=1}^r \frac{m_{jc} t_j}{n} = 1103,03 \text{ кг,}$$

де m_{jc} - середина інтервалу.

Обчислюємо оцінку параметра експоненціального закону розподілу:

$$\lambda = \frac{1}{m_{oe}} = 0,00091$$

Обчислюємо значення теоретичної функції розподілу величини маси твердих побутових відходів m_j , що вивозяться:

$$F(m_{jc}) = 1 - \exp^{-\lambda m_j}$$

Розраховуємо значення теоретичної щільності розподілу ймовірності величини маси твердих побутових відходів m_j , що вивозяться:

$$f(m_{jc}) = \lambda \exp^{-\lambda m_{jc}}$$

Дані за розрахунком теоретичної функції розподілу $F(m_{jc})$ і теоретичної щільності розподілу $f(m_{jc})$ випадкової величини маси твердих побутових відходів m_j , що вивозяться, представлені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Результати розрахунку теоретичної функції розподілу $F(m_{jc})$ і функції теоретичної щільності розподілу ймовірності $f(m_{jc})$ випадкової величини маси твердих побутових відходів, що вивозяться m_j

Номер інтервалу	Середина інтервалу	Теоретична функція розподілу	Функція теоретичної щільності розподілу ймовірності
1	138,05	0,118125	0,000803
2	413,95	0,314038	0,000624
3	689,85	0,466427	0,000486
4	965,75	0,584963	0,000378
5	1241,65	0,677165	0,000294
6	1517,55	0,748885	0,000229
7	1793,45	0,804671	0,000178
8	2069,35	0,848064	0,000138
9	2345,25	0,881818	0,000108
10	2621,15	0,908072	8,37E-05
11	2897,05	0,928495	6,51E-05
12	3172,95	0,94438	5,06E-05
13	3448,85	0,956736	3,94E-05
14	3724,75	0,966347	3,06E-05
15	4000,65	0,973823	2,38E-05
16	4276,55	0,979639	1,85E-05
17	4552,45	0,984162	1,44E-05
18	4828,35	0,987681	1,12E-05
19	5104,25	0,990417	8,72E-06
20	5380,15	0,992546	6,78E-06
21	5656,05	0,994202	5,28E-06
22	5931,95	0,99549	4,1E-06
23	6207,85	0,996492	3,19E-06
24	6483,75	0,997271	2,48E-06
25	6759,65	0,997878	1,93E-06
26	7035,55	0,998349	1,5E-06
27	7311,45	0,998716	1,17E-06
28	7587,35	0,999001	9,09E-07
29	7863,25	1	7,07E-07

За результатами розрахунків в табл. 2.5 будуємо графіки теоретичної функції розподілу $F(m_{jc})$ рис. 2.17 і теоретичної щільності розподілу $f(m_{jc})$ випадкової величини маси відходів, що вивозяться, m_j рис. 2.18.

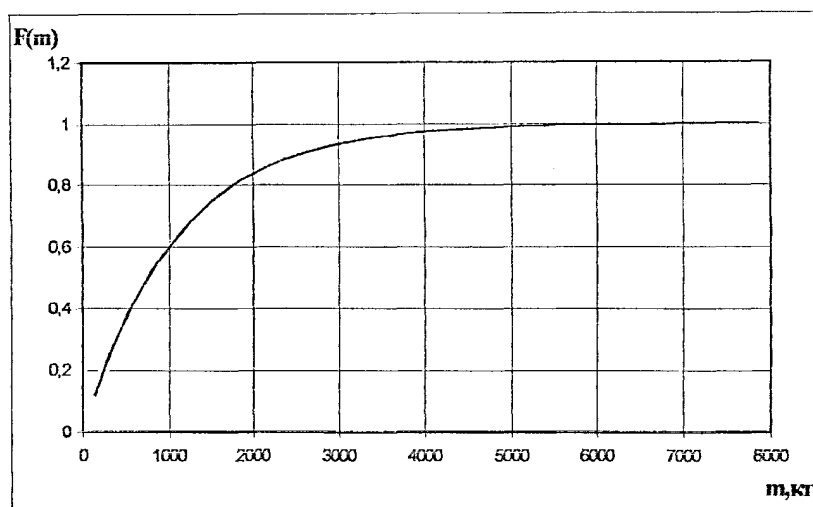


Рисунок 2.17 - Графік теоретичної функції розподілу $F(m_{jc})$ випадкової величини маси твердих побутових відходів, що вивозяться m_j

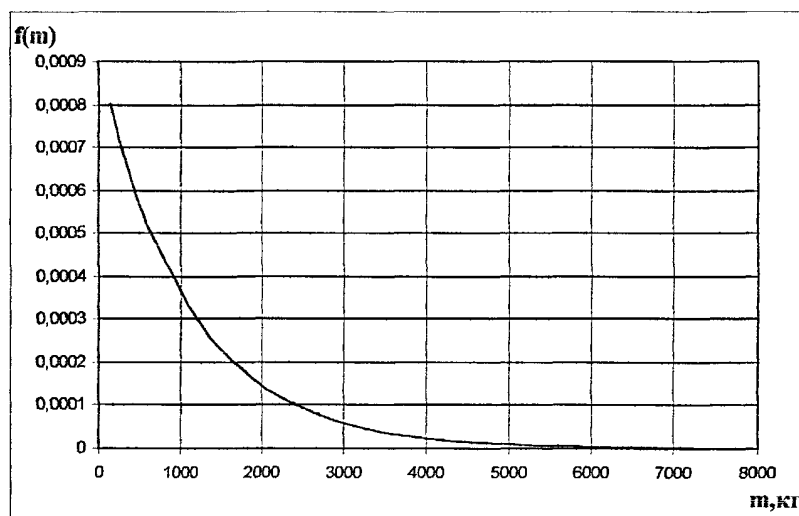


Рисунок 2.17 - Графік теоретичної функції щільності розподілу ймовірностей $f(m_{jc})$ випадкової величини маси твердих побутових відходів, що вивозяться, m_j

Проведемо порівняння математичного очікування маси відходів m_{oe} , отриманого за емпіричними даними з теоретичним математичним очікуванням m_{oe} , отриманим по теоретичній функції розподілу дальність транспортування відходів. Математичне очікування маси твердих побутових відходів m_{oe} отримане за

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

емпіричними даними $m_{oe} = 1103,03$ кг. Для знаходження математичного очікування маси твердих побутових відходів $m_{від}$ отриманого по теоретичній функції розподілу дальності їх транспортування, знаходимо точне експлуатаційне математичне очікування середньої дальності транспортування l_{oe} по формулі [13]:

$$l_{oe} = a\Gamma\left(\frac{1}{b} + 1\right), \quad (2.1)$$

де $\Gamma\left(\frac{1}{b} + 1\right)$ - гамма функція Ейлера.

Знаходимо значення гамма функції Ейлера

$$\Gamma\left(\frac{1}{b} + 1\right) = \int_0^{\infty} l_i^{\left(\frac{1}{b} + 1\right) - 1} \exp^{-l_i} dl_i, \quad (2.2)$$

підставляємо параметри закону розподілу, дальність транспортування твердих побутових відходів у формулу (2.2), отримаємо:

$$\Gamma(1,4975) = \int_0^{\infty} l_i^{0,4975} \exp^{-l_i} dl_i.$$

По таблиці з роботи [11] знаходимо значення гамма функції Ейлера, $\Gamma(1,4975) = 0,8864$, підставляємо отримане значення у формулі (2.2) у формулу (2.1) для обчислення точного експлуатаційного математичного очікування середньої дальності транспортування твердих побутових відходів l_{oe} , отримаємо $l_{oe} = 250,3$ км.

Для знаходження математичного очікування маси твердих побутових відходів $m_{від}$ по теоретичній функції розподілу дальності їх транспортування перетворюємо наступну формулу до такого виду:

$$m_{від} = \sqrt{\frac{10^3 N m_{кон} K_{доп.зав} \eta (1 - \delta_{тр}) K_{зод} h}{K_{доп.тр} gf(K_{авт1} + K_{авт2}) K_{авт1} l_{oe} v_n}}, \quad (2.3)$$

де N - потужність приводу, $N = 110$ кВт;

$m_{кон}$ - масова місткість контейнера, $m_{кон} = 200$ кг;

$K_{доп.зав}$ - коефіцієнт, що враховує тривалість допоміжних операцій при завантаженні вантажу, $K_{доп.зав} = 1500$;

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η - коефіцієнт корисної дії трансмісії, $\eta=0,85$;

δ_{mp} - коефіцієнт буксування, $\delta_{mp}=0,1$;

$K_{3\partial}$ - коефіцієнт завантаження двигуна при транспортному режимі,
 $K_{3\partial}=1$;

h - висота підйому контейнера, $h=3$ м;

$K_{\text{доп.тр}}$ - коефіцієнт, що враховує тривалість допоміжних операцій при розвантаженні і транспортуванні вантажу учитывающий продолжительность вспомогательных операций при выгрузке и транспортировании груза,
 $K_{\text{доп.тр}}=2$;

g - прискорення вільного падіння, $g=9,81$ м/с²;

f - коэффициент сопротивления передвижению, $f=0,1$;

$K_{\text{авт1}}, K_{\text{авт2}}$ - безрозмірні коефіцієнти $K_{\text{авт1}}=1,8$, $K_{\text{авт2}}=0,8$;

v_n - швидкість підйому контейнера, $v_n=0,3$ м/с;

l_{oe} - точне експлуатаційне математичне очікування середньої дальності транспортування твердих побутових відходів $l_{oe}=250,3$ км.

Математичне очікування маси твердих побутових відходів $m_{\text{вiд}}$ отримане від теоретичної функції розподілу їх дальності транспортування дорівнює:

$$m_{\text{вiд}}=811,92 \text{ кг.}$$

Виконуємо порівняння математичного очікування маси твердих побутових відходів отриманого за емпіричними даними m_{oe} з теоретичним математичним очікуванням отриманим від теоретичної функції розподілу дальність транспортування радіоактивних відходів $m_{\text{вiд}}$:

$$\frac{m_{oe} - m_{\text{вiд}}}{m_{oe}} 100\% = 26,4\%.$$

Математичного очікування маси радіоактивних відходів отримане за емпіричними даними m_{oe} перевершує математичне очікування отримане від теоретичної функції розподілу дальність транспортування радіоактивних відходів $m_{\text{вiд}}$ на 26,4%.

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Визначення щільності розподілу оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза.

Випадкова величина дальності транспортування твердих побутових відходів l_j підпорядкована закону Вейбула. Величина оптимальної масової місткості кузова m_{ont} пов'язана з величиною дальності транспортування твердих побутових відходів l_{mp} по формулі (2.3). Перетворюємо формулу (2.3) до виду:

$$m_{ont} = \frac{A}{\sqrt{l_{mp}}}, \quad (2.4)$$

де A - коефіцієнт, що враховує технічні і експлуатаційні чинники, кг/м.

Величина коефіцієнта A , що враховує технічні і експлуатаційні чинники визначається по формулі:

$$A = \sqrt{\frac{10^3 N m_{кон} K_{доп.зав} \eta (1 - \delta_{mp}) K_{зд} h}{K_{доп.мп} g f (K_{авт1} + K_{авт2}) K_{авт1} v_n}}.$$

Рішення задачі по знаходженню щільності розподілу величини оптимальної масової місткості кузова $g(m_{ont})$ від функції теоретичної щільності розподілу ймовірності дальності транспортування твердих побутових відходів $f(l)$ оформимо у вигляді табл. 2.6 що складається з двох стовпців: в лівому розміщені позначення функцій, прийняті в загальному розв'язку завдання, в правому стовпці - конкретні функції, що відповідають цій роботі.

У загальному вигляді формула щільності розподілу величини оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза $g(m_{ont})$ має вигляд [11]:

$$g(m) = f(\psi(m)) |\psi'(m)| \quad (2.5)$$

Підставляємо у формулу (2.2) конкретні функції, що відповідають цій роботі, отримаємо:

$$g(m_{ont}) = 2 \frac{bA^2}{am^3} \left(\frac{A^2}{m^2a} - \frac{c}{a} \right)^{b-1} \exp \left[- \left(\frac{A^2}{m^2a} - \frac{c}{a} \right)^b \right] \quad (2.6)$$

Підставляючи у формулу (2.5) формулу (2.6), отримаємо:

$$g(m_{ont}) = 2 \frac{bl_j^{\frac{3}{2}}}{aA} \left(\frac{l_j}{a} - \frac{c}{a} \right)^{b-1} \exp \left[- \left(\frac{l_j}{a} - \frac{c}{a} \right)^b \right] \quad (2.7)$$

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 - Знаходження щільності розподілу величини оптимальної масової місткості кузова $g(m_{onm})$ від функції теоретичної щільності розподілу ймовірності дальності транспортування твердих побутових відходів

Позначення функцій, які прийняті в загальному розв'язку завдання	Конкретні функції, що відповідають даній роботі
$f(l)$	$f(l) = \frac{b}{a} \left(\frac{l-c}{a} \right)^{b-1} \exp \left[- \left(\frac{l-c}{a} \right)^b \right]$
$m = \phi(l)$	$m = \frac{A}{\sqrt{l}}$
$l = \psi(m)$	$l = \frac{A^2}{m^2}$
$\psi'(m)$	$-\frac{2 A^2}{m^3}$
$ \psi'(m) $	$\frac{2 A^2}{m^3}$

Результати розрахунку функції теоретичної щільності розподілу ймовірності оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза $g(m_{onm})$ отриманої теоретичним шляхом від функції дальності транспортування твердих побутових відходів $f(l)$ по формулі (2.7) приведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Результати розрахунку теоретичної щільності розподілу ймовірності оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза $g(m_{onm})$ отриманої теоретично від функції дальності транспортування твердих побутових відходів $f(l)$ і теоретичної щільності розподілу ймовірності їх маси $f(m)$

Номер інтервалу	Середина інтервалу маси твердих побутових відходів, що вивозяться	Середина інтервалу дальності транспортування твердих побутових відходів	Теоретична щільність розподілу ймовірності оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза	Теоретична щільність розподілу ймовірності маси твердих побутових відходів, що вивозяться
1	138,05	134,3	0	0,000803
2	413,95	182,9	1,09E-38	0,000624
3	689,85	231,5	9,2E-07	0,000486
4	965,75	280,1	0,000677	0,000378
5	1241,65	328,7	0,001198	0,000294
6	1517,55	377,3	0,000779	0,000229

7	1793,45	425,9	0,000421	0,000178
8	2069,35	474,5	0,000227	0,000138
9	2345,25	523,1	0,000127	0,000108
10	2621,15	571,7	7,43E-05	8,37E-05
И	2897,05	620,3	4,54E-05	6,51E-05
12	3172,95	668,9	2,89E-05	5,06E-05
13	3448,85	717,5	1,9E-05	3,94E-05
14	3724,75	766,1	1,28E-05	3,06E-05
15	4000,65	814,7	8,91E-06	2,38E-05
16	4276,55	863,3	6,32E-06	1,85E-05
17	4552,45	911,9	4,57E-06	1,44E-05
18	4828,35	960,5	3,37E-06	1Д2E-05
19	5104,25	1009,1	2,52E-06	8,72E-06
20	5380,15	1057,7	1,91E-06	6,78E-06
21	5656,05	1106,3	1,46E-06	5,28E-06
22	5931,95	1154,9	1,14E-06	4,10E-06
23	6207,85	1203,5	8,9E-07	3Д9E-06
24	6483,75	1252,1	7,03E-07	2,48E-06
25	6759,65	1300,7	5,6E-07	1,93E-06
26	7035,55	1349,3	4,49E-07	1,50E-06
27	7311,45	1397,9	3,63E-07	1,17E-06
28	7587,35	1446,5	2,95E-07	9,09E-07
29	7863,25	1495,4	2,41E-07	7,07E-07

За результатами розрахунку в таблиці 4.8 будують графіки теоретичної щільності розподілу ймовірності маси відходів, що вивозяться, отриманих теоретичним шляхом $g(m_{onm})$ рис. 2.18.

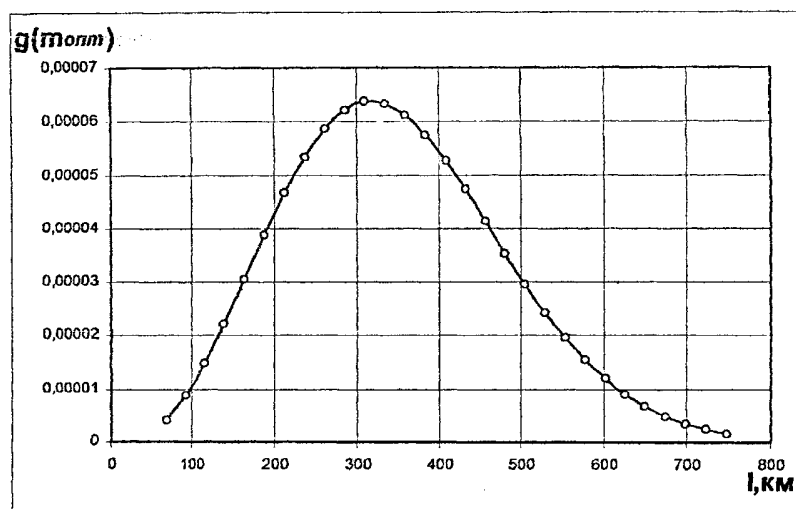


Рисунок 2.18 - Графік теоретичної щільності розподілу ймовірності оптимальної масової місткості кузова сміттєвоза $g(m_{onm})$ від функції дальності транспортування твердих побутових відходів $f(l)$

					БР.АТ.24.08.20.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ І ВИВЕЗЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

3.1 Аналіз витрат на експлуатацію у сфері застосування сміттєвозів.

Експлуатаційна продуктивність в рік Π_p спеціалізованого транспортного засобу i -ої моделі розраховується за формулою [15]:

$$\Pi_{pi} = \Pi_i T_p, \quad (3.1)$$

де Π_i - експлуатаційна середньогодинна продуктивність спеціалізованого транспортного засобу i -ої моделі, кг/маш.-год; T_p - розрахункова кількість машино-годин роботи спеціалізованого транспортного засобу i -ої моделі в рік, маш-год./рік.

Середньогодинна експлуатаційна продуктивність спеціалізованого транспортного засобу для збирання і перевезення твердих побутових відходів визначається для їх п'яти марок МАЗ-4371, МАЗ КО-427, SCANIA P230, RENAULT PREMIUM270, DAF FAGCF340, для дальності транспортування відходів від 10 до 100 км.

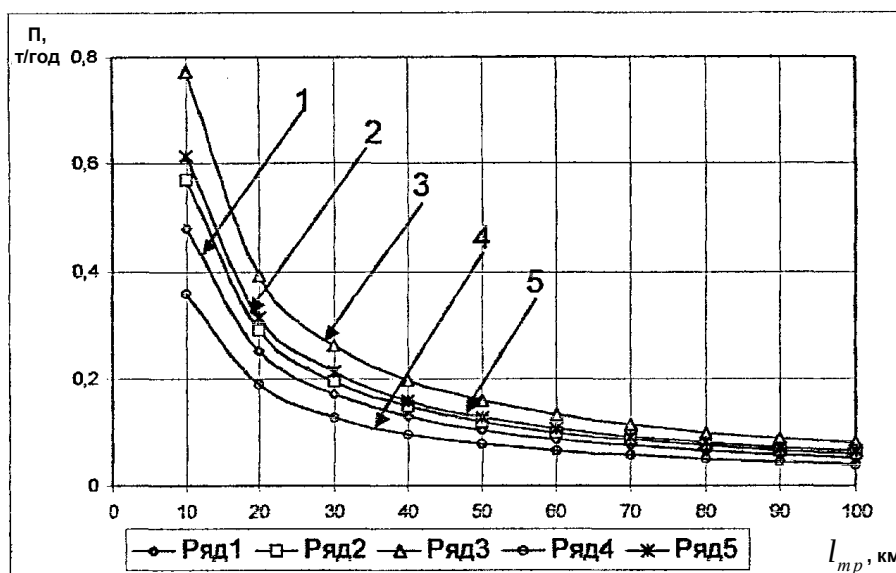
Умови їх експлуатації задаються на основі техніко-експлуатаційних показників спеціалізованих транспортних засобів [3]. Результати розрахунку наведено в табл. 3.1.

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Шульгін Ю.І.			Оцінка ефективності запропонованих заходів з експлуатації спеціалізованих транспортних засобів для збирання і вивезення твердих побутових відходів			Лім.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Голуб Д.В.									
Реценз.								ЦНТУ, гр. АТ-21-СК-3			
Н. Контр.		Красота М.В.									
Затверд.		Магопець С.О									

Таблиця 3.1 - Результати розрахунку експлуатаційної середньогодинної продуктивності спеціалізованих транспортних засобів

№	Дальність перевезення твердих побутових відходів, км	Експлуатаційна середньогодинна продуктивність спеціалізованих транспортних засобів, т/год				
		Модель сміттєвозу				
		МАЗ-4371	МАЗ КО-427	SCANIA P230	RENAULT PREMIUM 270	DAF FAGCF 340
1	10	0,480	0,571	0,772	0,358	0,615
2	20	0,251	0,291	0,391	0,188	0,314
3	30	0,170	0,195	0,262	0,128	0,211
4	40	0,129	0,147	0,197	0,097	0,159
5	50	0,104	0,118	0,158	0,078	0,127
6	60	0,087	0,098	0,131	0,065	0,106
7	70	0,074	0,084	0,113	0,056	0,091
8	80	0,065	0,074	0,099	0,049	0,080
9	90	0,058	0,066	0,088	0,044	0,071
10	100	0,052	0,059	0,079	0,039	0,064

За результатами розрахунків в табл. 3.1 будемо графіки зміни середньогодинної експлуатаційної продуктивності Π автомобілів залежно від їх техніко-експлуатаційних параметрів (рис. 3.1).



1-ТЗ для збирання і вивезення ТПВ МАЗ-4371; 2-ТЗ для збирання і вивезення ТПВ МАЗ КО-427; 3-ТЗ для збирання і вивезення ТПВ SCANIA P230; 4-ТЗ для збирання і вивезення ТПВ RENAULT PREMIUM 270; 5-ТЗ для збирання і вивезення ТПВ DAF FAGCF340

Рисунок 3.1 - Залежність продуктивності експлуатації сміттєвозів різних марок від дальності транспортування ТПВ

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

З побудованих графіків для визначення продуктивності експлуатації Π сміттевозу видно, що її значення Π , постійно зменшується, в залежності від зростання дальності перевезення твердих побутових відходів l_{mp} . Продуктивність експлуатації Π істотно більше для сміттевозів з більшою масовою місткістю кузова m , а також більшою потужністю основного шасі N , при доволі невеликій дальності перевезення l_{mp} - 20 км. Зі збільшенням дальності перевезення ТПВ l_{mp} (50 км) продуктивність експлуатації Π збільшується при застосуванні ТЗ з більшою масовою місткістю кузова m і більшою потужністю основного шасі N .

Дані для розрахунку річних витрат C_i на експлуатацію машини, i -ої моделі спеціалізованого автомобіля у сфері застосування приведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Техніко-експлуатаційні показники для розрахунку витрат на експлуатацію спеціалізованих автомобілів у сфері застосування

№	Показник	Од. вим.	Модель сміттевозу				
			МАЗ-4371	МАЗ КО-427	SCANIA P230	RENAULT PREMIUM 270	DAF FAGCF3 40
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату і відрахування (на державне і медичне страхування, до пенсійного фонду і фонду зайнятості) водію сміттевозу		1,65	1,75	1,9	1,55	1,8
2.	Чисельність робітників, усіх розрядів, зайнятих в технологічному процесі із застосуванням машини i -ої моделі	чол.	1	1	1	1	1

3.	Мінімальна годинна тарифна ставка, що встановлюється відповідними нормативними актами	грн/г	20	20	20	20	20
4.	Тарифний коефіцієнт, що відповідає <i>j</i> -му розряду робітника		3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
6.	Номінальна потужність двигуна	кВт	110	132	176	88,5	143
7.	Питома годинна витрата палива при номінальній потужності	г/кВт. г	326	238	238	367	238
8.	Коефіцієнт, що враховує зміну витрати палива залежно від міри використання двигуна по потужності		1,028	0,912	1	0,94	1
9.	Коефіцієнт використання двигуна за часом		0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
10.	Коефіцієнт використання двигуна по потужності		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
11.	Коефіцієнт переходу від витрат на енергоносії до витрат на мастильні матеріали		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
12.	Місткість гідросистеми	м ³	0,5	0,525	0,6	0,475	0,55
13.	Коефіцієнт доливок рідини в гідросистему		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
14.	Об'ємна маса робочої рідини	кг/м ³	880	880	880	880	880
15.	Періодичність заміни рідини в гідросистемі	маш-г	1200	1200	1200	1200	1200
16.	Середня годинна тарифна ставка ремонтних робіт	грн/г	20	20	20	20	20

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

17.	Коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату і відрахування (на державне і медичне страхування, до пенсійного фонду і фонду зайнятості) ремонтному робітникові		1,5	1,75	2,25	1,25	2
18.	Кількість j -их видів ТО і Р за міжремонтний цикл	шт					
	ТО-1		80	80	80	80	80
	ТО-2		15	15	15	15	15
	Т		4	4	4	4	4
	К		1	1	1	1	1
19.	Трудомісткість j -го виду технічного обслуговування і ремонту	люд-г /см					
	ТО-1		5	5	5	5	5
	ТО-2		15	15	15	15	15
	Т		540	540	540	540	540
	К		720	720	720	720	720
20.	Кількість шин j -го виду в комплекті	шт	6	6	10	6	6
21.	Термін служби шин j -го виду	маш-г	7000	7000	7000	7000	7000
22.	Термін служби сміттєвозів j -го виду	рік	10	10	10	10	10
Ціни							
23.	Ціна палива	грн/л	53	53	53	53	53
25.	Ціна робочої рідини	грн/л	93	93	93	93	93

Розрахункові річні витрати C_i на експлуатацію машини, i -ої моделі у сфері застосування (без урахування амортизаційних відрахувань на реновації) визначаються по формулі [8]:

$$I_i = S_{zni} + S_{zi} + S_{ci} + S_{ei} + S_{mpi} + S_{oci} + S_{ki} \quad (3.1)$$

де S_{zni} - заробітна плата (основна і додаткова) робітників, що управляють технікою, з урахуванням відрахувань на соціальне страхування, тис.грн/рік;

S_{ei} - витрати на енергоносії, тис.грн /рік;

S_{ci} - витрати на мастильні матеріали, тис.грн /рік;

S - витрати на гідравлічну рідину, тис.грн /рік;

S_{mpi} - витрати на усі види технічного обслуговування і ремонтів, тис.грн/рік;

S_{oci} - витрати на заміну шин, тис.грн /рік;

S_{ki} - непрямі витрати, тис.грн/рік.

Витрати на заробітну плату визначаються по формулі [72]:

$$S_{zni} = k_{П1} T_{Г} \sum_{j=1}^{B_i} C_{Tj} \quad (3.2)$$

де $k_{П1}$ - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату і відрахування (на державне і медичне страхування, до пенсійного фонду і фонду зайнятості) водієві сміттєвозу;

C_{Tj} - нормативна годинна тарифна ставка робітника j -го розряду, грн./год;

B_i - чисельність робочих усіх розрядів, зайнятих в технологічному процесі із застосуванням машини i -ої моделі, чол.

Годинна ставка C_{Tjj} розраховується по формулі [8]:

$$C_{Tjj} = 3_{mm} k_{Tj} \quad (3.3)$$

де 3_{mm} - мінімальна годинна тарифна ставка, що встановлюється відповідними нормативними актами, грн/год;

k_{Tj} - тарифний коефіцієнт, що відповідає j -му розряду робітника.

Витрати на енергоносії розраховуються для двигунів внутрішнього згорання по наступній формулі [8]:

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{ei} = C_{\Pi} W_{\Pi} T_{\Gamma}, \quad (5.4)$$

де C_{Π} - ціна палива, грн/кг;

W_{Π} - годинна витрата палива, кг/год.

Годинна витрата палива визначається по формулі [8]:

$$W_{\Gamma} = 0,00103 N_{en} q_{en} k_N k_{qb} k_{qM}$$

де N_{en} - номінальна потужність двигуна, кВт;

q_{en} - питома годинна витрата палива при номінальній потужності, г/кВт.г;

k_N - коефіцієнт, що враховує зміну витрати палива в залежності від ступеня використання двигуна по потужності;

k_{qb} - коефіцієнт використання двигуна за часом;

k_{qM} - коефіцієнт використання двигуна по потужності.

Витрати на мастильні матеріали визначаються по формулі [8]:

$$S_{ci} = \varepsilon S_e,$$

де ε - коефіцієнт переходу від витрат на енергоносії до витрат на мастильні матеріали.

Витрати на робочу рідину визначаються по формулі [8]

$$S_{ei} = V_{\varepsilon} \gamma_M C_{M\Gamma} k_{q\Gamma} \frac{T_{\varepsilon}}{t_{M\Gamma}},$$

де V_{ε} - місткість гідросистеми, м³;

γ_M - об'ємна маса робочої рідини, кг/м³;

$C_{M\Gamma}$ - ціна робочої рідини, грн/кг;

$k_{q\Gamma}$ - коефіцієнт доливок рідини в гідросистему;

$t_{M\Gamma}$ - періодичність заміни рідини в гідросистемі, маш-год.

Витрати на усі види технічного обслуговування і ремонтів визначаються по формулі [8]:

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{mpi} = (2,1 - 2,2) k_{п2} C_p T_z \frac{\sum_{j=1}^m \tau_j a_j}{T_{Мр}} k_u,$$

де C_p - середня годинна тарифна ставка ремонтних робіт, грн/год;

τ_j - трудомісткість j -го виду технічного обслуговування і ремонту, люд-год/см;

$k_{п2}$ - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату і відрахування (на державне і медичне страхування, до пенсійного фонду і фонду зайнятості) ремонтному робітникові.

Витрати на заміну шин визначаються по формулі [8]:

$$S_{oc} = \sum_{j=1}^m \frac{C_{шj} n_{чj} (T_z T_{cl} - T_{чj})}{T_{cl} T_{чj}},$$

де $C_{шj}$ - ціна j -го виду шин, грн.;

n - кількість шин j -го виду в комплекті;

$T_{чj}$ - термін служби шин j -го виду, маш-год;

T_{cl} - строк служби сміттєвозів j -го виду, рік.

Непрямі витрати визначаються по формулі [8]:

$$S_{ki} = 0,3 S_{зпi} + 0,1 (S_{зi} + S_{ci} + S_{zi} + S_{mpi} + S_{oci}).$$

Результати розрахунку річних витрат на експлуатацію сміттєвоза i -ої моделі у сфері застосування (без урахування амортизаційних відрахувань на реновації) по формулі (3.1) приведені в табл. 3.2.

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 - Річні витрати на експлуатацію сміттєвоза *i* -ої моделі у сфері застосування

№	Показник	Од. вим.	Модель сміттєвозу				
			MA3-4371	MA3 KO-427	SCANIA P230	RENAU LT PREMIU M 270	DAF FAGCF340
1.	Заробітна плата (основна і додаткова) робітників, що управляють технікою, з урахуванням відрахувань на соціальне страхування	тис.грн/рік	900,18	954,72	1036,55	845,604	982,008
2.	Витрати на енергоносії, руб/рік	тис.грн/рік	1955,41	1350,94	1975,03	1619,42	1604,77
3.	Витрати на мастильні матеріали	тис.грн/рік	391,07	2701,91	394,99	3238,85	3209,51
4.	Витрати на робочу рідину	тис.грн/рік	144,25	151,45	173,124	137,05	158,69
5.	Витрати на усі види технічного обслуговування і ремонтів	тис.грн/рік	443,23	517,10	664,85	369,36	590,98
6.	Витрати на заміну шин	тис.грн/рік	9,61	11,74	19,55	7,99	9,612
7.	Непрямі витрати	тис.грн/рік	564,41	516,56	633,71	499,46	563,11
8.	Розрахункові річні витрати на експлуатацію машини, і- і моделі у сфері застосування(без урахування амортизаційних отчислень на реновації)	тис.грн/рік	4408,2	3772,8	4897,8	3802,68	4230

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.2 Визначення величини річних питомих витрат сміттєвозів у сучасних умовах функціонування.

Критерієм для вибору найбільш ефективної машини для збору і вивезення твердих побутових відходів в заданих умовах експлуатації були вибрані річні питомі витрати Z_{np} , оскільки в умовах ринку основу об'єктивної оцінки ефективності машини для збору і вивезення твердих побутових відходів складає прибуток від її використання. Кращий сміттєвоз визначається величиною витрат.

Для досягнення найбільшого ефекту в застосуванні сміттєвоз повинен мати найменші річні питомі витрати Z_{np} . Мінімізація витрат визначає високий ефект використовуваного сміттєвозу. Для визначення експлуатаційних витрат, віднесених до року експлуатації $Z_{експ}$ використовуємо наступну формулу:

$$Z_{експ} = (H_i + \frac{C_{pi}}{T_{ст}}). \quad (3.5)$$

де C_{pi} - ціна реалізації i -ої моделі сміттєвозу, тис. грн.

Значення терміну служби сміттєвозів задаються на підставі табл. 3.1, витрати на експлуатацію у сфері застосування машин задаються на підставі табл. 3.2.

Ціни реалізації сміттєвозів приведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Ціна реалізації сміттєвозів

№	Показатель	Од. вим.	Модель сміттєвоза				
			МАЗ-4371	МАЗ КО-427	SCANIA P230	RENAULT PREMIUM 270	DAF FAGCF340
1.	Ціна реалізації i -ої моделі сміттєвоза	тис.грн/шт	1674	2232	2790	1224	2567

Результати розрахунку експлуатаційних витрат, віднесених до року експлуатації $Z_{експ}$ по формулі (3.5) приведені в табл. 3.4.

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 3.4 - Експлуатаційні витрати, віднесені до року експлуатації $Z_{експ}$

№	Показатель	Од. вим.	Модель мусоровоза				
			МАЗ-4371	МАЗ КО-427	SCANIA P230	RENAULT PREMIUM 270	DAF FAGCF340
1.	Експлуатаційні витрати, віднесені до року експлуатації, $Z_{експ}$	тис.грн/рік	4575,6	3963,6	5176,8	3925,1	4486,7

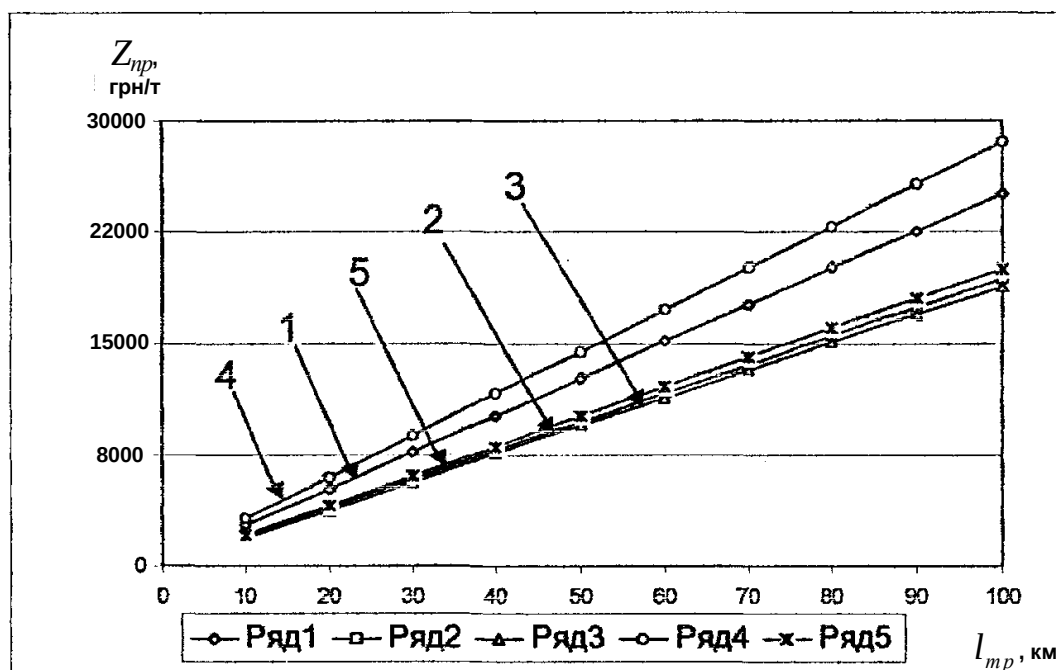
Результати розрахунку річних питомих витрат Z_{np} по формулі (3.5), приведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Результати розрахунку річних питомих витрат Z_{np}

№	Дальність транспортування твердих побутових відходів, км	Річні питомі витрати, грн/т				
		Модель сміттєвоза				
		МАЗ-4371	МАЗ КО-427	SCANIA P230	RENAULT PREMIUM 270	DAF FAGCF340
1.	10	3926,07	2883,47	2762,22	4516,76	3006,43
2.	20	7495,22	5654,45	5454,75	8577,60	5878,35
3.	30	11064,38	8425,46	8147,27	12638,44	8750,268
4.	40	14633,53	11196,45	10839,79	16699,28	11622,19
5.	50	18202,68	13967,45	13532,32	20760,12	14494,11
6.	60	21771,84	16738,44	16224,85	24820,96	17366,03
7.	70	25340,99	23109,43	18917,37	28881,80	20237,95
8.	80	28910,15	22280,43	21609,89	32942,64	23109,87
9.	90	32479,30	25051,42	24302,42	37003,46	25981,79
10	100	36048,46	27822,42	26994,95	41064,34	28853,72

За результатами розрахунку в таблиці 3.5 будуємо графіки річних питомих витрат Z_{np} від дальності транспортування твердих побутових відходів l_{np} для різних марок сміттєвозів рис. 3.2.

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 - ТЗ для збирання і вивезення ТПВ MAZ-4371; 2 - ТЗ для збирання і вивезення ТПВ MAZ KO-427; 3 - ТЗ для збирання і вивезення ТПВ SCANIA P230; 4 - ТЗ для збирання і вивезення ТПВ RENAULT PREMIUM 270; 5 - ТЗ для збирання і вивезення ТПВ DAF FAGCF340

Рисунок 3.2 - Залежність річних питомих витрат $Z_{пр}$ від дальності транспортування твердих побутових відходів $l_{пр}$ для різних марок сміттєвозів

З графіків на рис. 3.2 побудованих по формулі (3.5) для визначення річних питомих витрат $Z_{пр}$ видно, що річні питомі витрати $Z_{пр}$ різко зростають зі збільшенням величини дальності транспортування твердих побутових відходів для усіх моделей сміттєвозів. Зростання річних питомих витрат $Z_{пр}$ обумовлено зниженням експлуатаційної продуктивності сміттєвозів Π .

З розглянутих машин в заданих умовах експлуатації найменші річні питомі витрати $Z_{пр}$ має спеціалізований автомобіль SCANIA P230, потім, не набагато більші річні питомі витрати $Z_{пр}$ мають автомобілі MAZ KO-427 і DAF FAGCF340, сміттєвози MAZ-4371 і RENAULT PREMIUM 270 мають набагато більшу величину річних питомих витрат $Z_{пр}$.

Річні питомі витрати Z_{np} не сильно розрізняються для різних моделей сміттевозів при невеликій дальності транспортування l_{mp} - до 20 км. При збільшенні дальності транспортування твердих побутових відходів l_{mp} (більше 50 км) відмінність в річних питомих витратах між розглянутими моделями сміттевозів стає значнішою.

Застосування в заданих умовах експлуатації машини SCANIA P230 дозволить отримати економічний ефект від однієї машини в рік при існуючій середній дальності вивезення твердих побутових відходів 30 км в порівнянні з іншими машинами в наступних розмірах: по машині RENAULT PREMIUM 270 - 4491,17 грн/т; по машині МАЗ-4371 - 2917,08 грн/т; по машині DAF FAGCF340 - 602,99 грн/т; по машині МАЗ КО-427 - 278,19 грн/т.

					БР.АТ.24.08.30.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Розроблено систему критеріїв ефективності, яка визначає оптимальні умови використання спеціалізованих транспортних засобів для збирання та вивезення твердих побутових відходів згідно з умовами експлуатації.

2. Встановлено залежність між об'ємом кузова спеціалізованих транспортних засобів та параметрами, що впливають на умови їх експлуатації та розроблено методику, яка дозволяє визначити оптимальну середню дальність транспортування твердих відходів та оптимальну потужність базового шасі для досягнення максимальної економії енергії та матеріальних ресурсів під час експлуатації сміттєвозів.

3. Встановлено оптимальну величину вантажопідйомності спеціалізованих транспортних засобів для збирання та вивезення твердих відходів, з урахуванням умов їх експлуатації.

4. Визначено, що при проектуванні спеціалізованих транспортних засобів для збирання та вивезення твердих відходів необхідно керуватися оптимізацією основного показника, а саме масової місткості кузова.

					БР.АТ.24.08.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Абрамова М. В. Формування раціональної системи управління твердими побутовими відходами. Вісник ЕНУ, № 2 (20), 2011. С. 6-10.
2. Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень. Вісник машинобудування та транспорту, 2020. № 1(11). С. 4-10.
3. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Вісник ВНТУ машинобудування та транспорту, № 1, 2015. С. 3-8.
4. Голуб Д.В. Підвищення ефективності управління технологічним процесом доставки на основі аналізу статичних та динамічних резервів транспортної системи. Кропивницький:ЦНТУ, 2023. Вип.7(38), Ч.І. С. 214-221.
5. Душкін С. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія утилізації твердих побутових відходів», Х.: ХНАМГ, 2011. 86 с.
6. Картавий А. Г. Аналітична модель розробки логістичної системи в програмах поводження з відходами. Вісник НТУ, № 23, 2011. С. 124-130.
7. Клімов С.В. Організація технічного сервісу машин: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2010. 120 с.
8. Корецька С.О., Якимчук А.Ю., Карпан Т.С. Економіка автомобільного транспорту. Рівне, 2013. 309 с.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. К.: Знання, 2003. 511 с.
10. Магопець С.О., Кулешков Ю.В. та ін. Методичні вказівки до підготовки бакалаврської роботи для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за ОПП «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». Кропивницький: ЦНТУ, 2020. 32 с.
11. Мацак І.К. Математична теорія надійності: навчальний посібник. К.: КНУ ім. Т. Шевченка, 2017. 350 с.
12. Міщенко В.С. Організаційно-економічний механізм поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення. К.: Наук. думка, 2009. 294 с.

					БР.ТТ.24.08.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник. Львів: ЛьвДУВС, 2017. 292 с.

14. Попович В. В. Критерії вибору транспортних засобів для перевезення небезпечних відходів. Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 24, 12014. С. 171-177.

15. Попович Н. П., Мальований М. С. Ефективність експлуатації спеціальної техніки для транспортування небезпечних відходів у складі побутових. Науковий вісник НЛТУ України, Т. 28, №3, 2018. С. 111-116.

16. Севостьянов І.В. Експлуатація та обслуговування машин: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 127 с.

17. Фесіна Ю. Г. Оптимізація логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами. Екологічний менеджмент у поводженні із побутовими відходами на регіональному рівні: Наук. журнал «Логістика: теорія та практика» ЛНТУ, №1, 2011. С. 110-126.

18. Bhide A. D., Bhide A. Solid Waste Management Collection, Processing and Disposal, AICTE ISTE STTP on SOMUE. Coimbatore Institute of Technology, Coimbatore, 2001. 123с.

19. Frankel G. Diesel powered refuse trucks new efficiencies to collection. - West Age, 1974, №6, 54. p. 56-57.

20. Karadimas N. V., Kouzas G. and all. An Innovative Algorithmic Approach for Urban Solid Waste Collection. Proceedings of the 14th International Symposium on New Technologies in Measurement and Instrumentation and 10th Workshop on ADC Modelling and Testing, Gdynia, Poland, 2007. с.269-274.

21. Lanier H. H. Mechanized Residential Solid Waste Collection. U.S. Enviromental protection agency, 1973. p. 212.

22. Maa Jing Exploring social dimensions of municipal solid waste management around the globe. A systematic literature review. ScienceDirect:Waste Management. Vol. 56, 2016. P 3-12.

23. Reidy R. Municipal Solid Waste Recycling in Western Europe to 1996: 1st Edition. Elsevier Science, 1992. P.316-328.

24. Solano E., Ranji Ranjitham S. Life-cycle based solid waste management. Model development. Journal of Environmental Engineering, 2002. №128(10). с. 981-992.

					БР.ТТ.24.08.00.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		