

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Методичні рекомендації  
до виконання курсової роботи  
з навчальної дисципліни

**«РОЗУМНИЙ ТРАНСПОРТ І ЛОГІСТИКА ДЛЯ МІСТ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами),  
освітньо-наукова програма «Розумний транспорт і логістика»,  
освітньо-професійна програма «Транспортні системи»)*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2024**

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Розумний транспорт і логістика для міст» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), освітньо-наукова програма «Розумний транспорт і логістика», освітньо-професійна програма «Транспортні системи») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. А. С. Галкін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024 – 39 с.

Укладач д-р техн. наук, проф. А. С. Галкін

Рецензент

**Ю. О. Давідіч**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики, протокол № 1 від 19.08.2024*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ВИЗНАЧЕННЯ РАЙОНУ ОБСЛУГОВУВАННЯ .....	5
1.1 Аналіз зацікавлених сторін та роль державного сектора .....	5
1.2 Методика визначення зони обслуговування .....	7
2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ ЩОДО МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ СПОЖИВАЧІВ МІЖ ТОРГІВЕЛЬНИМИ ОБ'ЄКТАМИ .....	13
2.1 Формування цільової функції дослідження .....	13
2.2 Визначення обсягу попиту в зоні обслуговування .....	17
2.3 Статистична обробка результатів дослідження .....	22
3 МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	24
3.1 Визначення вихідних даних .....	24
3.2 Технологія обслуговування споживачів «Точно в строк» .....	25
3.3 Побудова маршрутів .....	26
3.4 Визначення ефективності функціонування логістичної системи .....	27
3.5 Технологія обслуговування споживачів за умови постачання за оптимальною партією поставки .....	30
3.6 Оцінка викидів забруднювальних речовин .....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	33
ДОДАТКИ.....	36

## ВСТУП

Протягом останніх п'яти років загальна кількість продовольчих магазинів в Україні зменшилася на 46,8 %. Одночасно з цим кількість торгових об'єктів сучасного формату збільшилася на 86 %. Зокрема, на сьогодні на території України найбільше поширені такі великі торговельні мережі, як «Караван», «Сільпо», «Траш!» «Фоззі», «Metro Cash & Carry», «Фуршет», «Велика кишеня», «АТБ», «Вопак», «Пакко», «Еко-маркет», «Villa», «Brusnicka», «Наш край», «Арсен», «Барвінок» та ін. Це спричинило значний розвиток конкуренції всередині цього ринку, боротьбу за клієнтів і вдосконалення методів ведення цієї боротьби.

Як наслідок, змінювання споживчої поведінки стає найвпливовішим фактором змін у ланцюгах поставок. До таких змін автори відносять:

1. Збільшення частоти і зменшення обсягів закупівель товарів роздрібними торговцями.
2. Розширення асортименту роздрібного торговця і збільшення кількості його постачальників.
3. Підвищення частки продажів напівфабрикатів, що призвело до зменшення частки екологічно чистих продуктів та іншої швидкопсувної продукції, що, як наслідок, спричинило зростання швидкості руху товарних запасів.
4. Поліпшення технологічних схем доставки і підвищення їх ефективності внаслідок підвищення інтеграції учасників в ланцюгах поставок.

У таких умовах підвищення ефективності роботи логістичних систем є актуальною темою досліджень. Сучасні логістичні системи спрямовані на оптимізацію власних ресурсів. Однак при цьому недостатньо розглядається роль середовища і кінцевого споживача в ньому. Усвідомлення значної ролі споживача (людини) у просуванні матеріальних потоків потребує постійного і системного аналізу його впливу на функціонування логістичної системи. Розгляд керованих споживачами (Consumer-driven) логістичних систем дозволяє переглянути сучасні теорії логістики і розширити їх новими знаннями.

# 1 ВИЗНАЧЕННЯ РАЙОНУ ОБСЛУГОВУВАННЯ

## 1.1 Аналіз зацікавлених сторін та роль державного сектора

Логістична система функціонує, постійно змінюючи свої параметри. При цьому кожна комбінація значень параметрів логістичної системи характеризується різною ефективністю.

Показники логістичної системи залежать від параметрів, які на них впливають і характеризують систему в цілому. А під параметрами розуміємо дані, які як прямо, так і обернено пропорційно впливають на логістичну систему і визначають величину показника.

При взаємодії систем «Логістика» – «Споживач» – «Місто» найбільшого ефекту при їхньому функціонуванні буде досягнуто при врахуванні параметрів кожної системи. А отже, функціонування логістичної системи з урахуванням впливу параметрів міста і споживача одночасно буде найефективнішим (рис. 1.1).

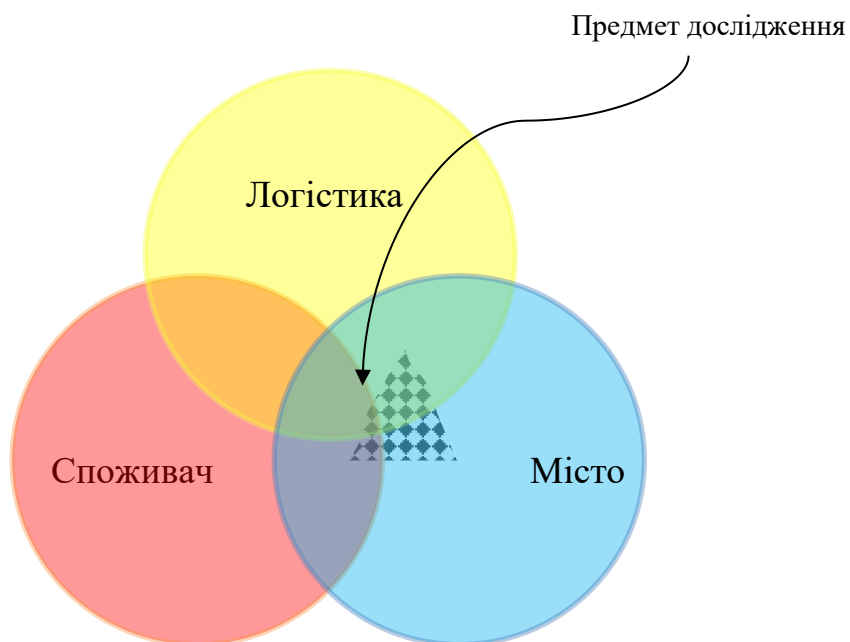


Рисунок 1.1 – Системи «Логістика» – «Споживач» – «Місто»

Аналіз сучасних джерел логістики дозволяє визнати, що єдиної точки зору в науковому співтоваристві щодо складу та структури сумісних оціночних показників (вимірювачів) ефективності логістичної діяльності на сьогодні не сформовано.

Актуальність розвитку теорії витрат споживання обумовлена низкою факторів. По-перше, необхідністю розподілу існуючого грошового доходу домогосподарств між придбанням різних товарів та використанням послуг, які максимізувати б задоволення їх потреб. У цьому випадку споживча поведінка базується на ефекті доходу й заміщення, а також законі спадної граничної корисності. По-друге, збільшенням економічної цінності часу. По-третє, як для організації, так і для кінцевих споживачів важливе значення має вирішення проблем, пов'язаних із вигодами, витратами і ризиками при насиченні ринку більшістю видів продукції. Проводячи дослідження витрат споживання при покупці різних матеріальних потоків в різних логістичних системах, необхідно порівняти споживчі витрати з логістичними, щоб визначити спільну ефективність функціонування систем «споживач» – «логістична система». Проблема полягає в неоднорідності і неоднозначності складу витрат споживання і складності їх приведення до єдиного вимірника. Діаметрально протилежні цілі всіх учасників процесів виготовлення, доставки, споживання спонукають до розроблення раціональних транспортно-технологічних схем, які могли б ефективно використовуватися при просуванні матеріальних потоків як для учасників логістичної системи, так і для споживачів.

У першому розділі потрібно проаналізувати існуючі логістичні системи і місце споживача в них, вимоги і обмеження функціонування логістичних систем, класифікацію матеріальних потоків; розглянути особливості організації і планування логістичного обслуговування у містах, еластичність попиту на споживчі товари, екологічний аспект організації логістичних процесів; визначити учасників міських перевезень вантажів та їх взаємний вплив один на одного.

Приклад титульного аркуша наведений в додатку А. Вихідні дані наведені в додатку Б.

## 1.2 Методика визначення зони обслуговування

Існує багато методів визначення району обслуговування логістичної системи. У рамках своїх моделей вони розглядають роздрібного торговця, як учасника логістичної системи, вихідним параметром для якого є обсяг споживання за певний період часу. Використаємо середні величини для опису цього параметра.

У реальних умовах кожен магазин або роздрібний торговець має власний район обслуговування з індивідуальними параметрами, що залежать від уподобань споживачів, особливостей транспортних комунікацій і географічних характеристик території. Урахування впливу цих параметрів дозволить скоректувати межі району обслуговування торговельних об'єктів логістичних систем.

Для визначення меж району обслуговування торговельних об'єктів логістичних систем запропоновано алгоритм, який складається з чотирьох етапів, зображених на рисунку 1.2.

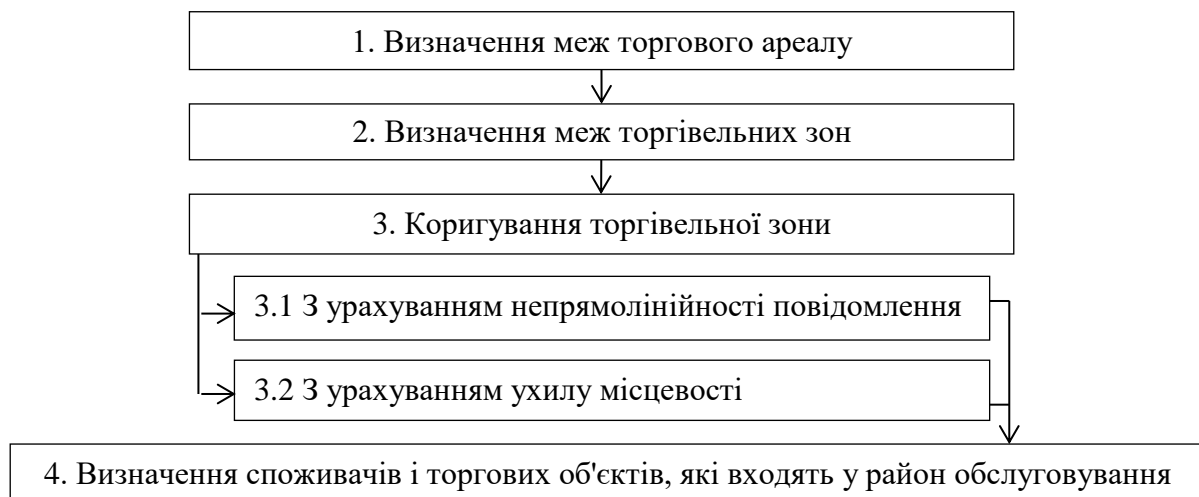


Рисунок 1.2 – Алгоритм визначення меж району обслуговування торговельних об'єктів логістичних систем

Відповідно до запропонованого алгоритму порядок проведення експерименту був таким:

1. На першому етапі визначаємо точку (торговий об'єкт, будинок, точка на карті), щоб побудувати для неї торговельну область проведення експерименту.

2. На другому етапі визначаємо торговельну зону. Відповідно до методики виділяємо межі торговельної зони, накресливши радіус для обраної торгової зони «по повітрю». За необхідності можна розглядати декілька зон одразу. Далі проводимо окружність із цим радіусом, використовуючи інструменти карти «Google maps». або інших можливих електронних карт. Отримана область є первинним районом обслуговування.

3. Коригування торговельної зони проводимо з урахуванням параметрів міста. Вплив параметрів міста, таких як щільність вулично-дорожньої мережі (яка впливає на коефіцієнт непрямої лінійності повідомлення), природних ухилів, водних та інших природних перешкод та залізничного полотна, потрібно враховувати при проектуванні торгової зони. Урахування цих параметрів вплине на розмір торговельної зони, зменшуючи її початкові межі.

3.1 Коефіцієнт непрямої лінійності оцінюється відношенням відстані «по дорозі» на відстань «по повітрю»:

$$R^{ij} = \frac{l_{дор}}{l_{пов}}, \quad (1.1)$$

де  $l_{дор}$  – відстань між районом  $i$  та магазином  $j$  «по дорозі», км;

$l_{пов}$  – відстань між районом  $i$  та магазином  $j$  «по повітрю», км.

Для розрахунку коефіцієнта непрямої лінійності використано інструменти «Google maps». Розрахунки проводимо в такій послідовності. Прокладаємо маршрути від початкової точки (будинку) до кінця досліджуваного кордону (радіус) «по землі» у восьми напрямках: північ, північний схід, схід, південний схід, південь, південний захід, захід, північний захід. Збільшення кількості



напрямів покаже точніший результат. Це дозволить скорегувати кордони району пішохідної доступності торговельних об'єктів до споживачів будинку.

3.2 Зміни у висотах і природних ухилах вимірюють коефіцієнтом ухилу ( $k_y$ ):

$$k_y^{ij} = 1 + \operatorname{tg}(A) = 1 + \frac{a}{b}, \quad (1.2)$$

де  $a$  – катети (різниця висот від району  $i$  до торгового об'єкта  $j$ ), км;

$b$  – катет (горизонтальна відстань від району  $i$  до торгового об'єкта  $j$ ), км.

Збільшення значення коефіцієнта ухилу приводить до збільшення часу і відстані руху до торгового об'єкта, таким чином зменшуючи радіус торгової зони. До того ж іти «вгору» складніше та енерговитратніше, ніж по прямій. При цьому необхідно враховувати ухил місцевості у два боки руху споживача.

4. Відмічаємо на карті торгові об'єкти, що увійшли в зону досліджень.

Приклад визначення характеристики району подано на рисунку 1.3.

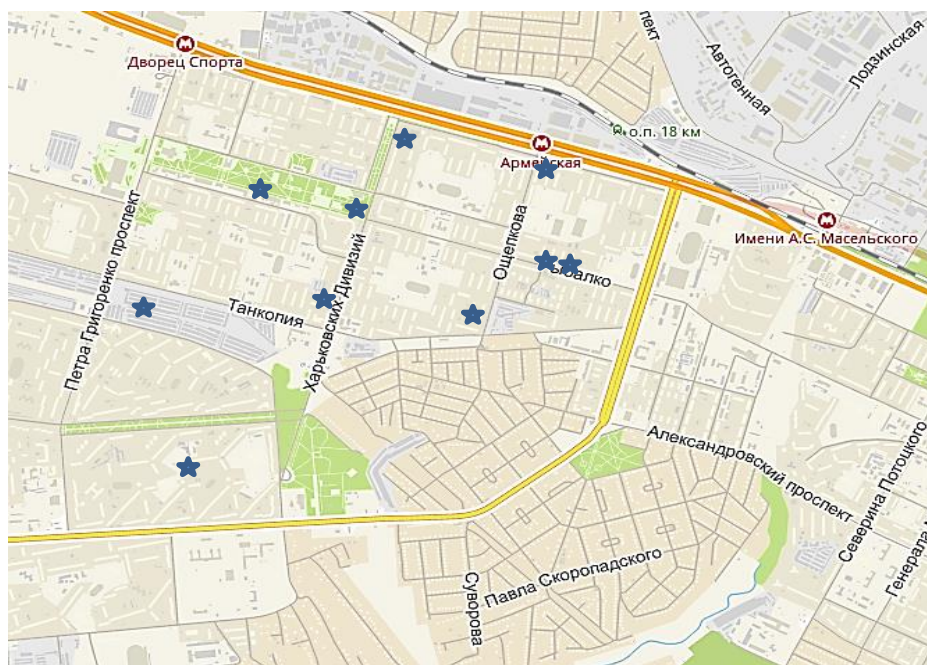


Рисунок 1.3 – Район дослідження:

★ – торговий об'єкт

З умови, що магазини повинні бути в межах пішохідної доступності (1,5 км), визначаємо межі району (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Торгова зона

Далі формуємо межі торгової зони з урахуванням типу забудови, формуємо мікрорайони та позначаємо торгові об'єкти (рис. 1.5).

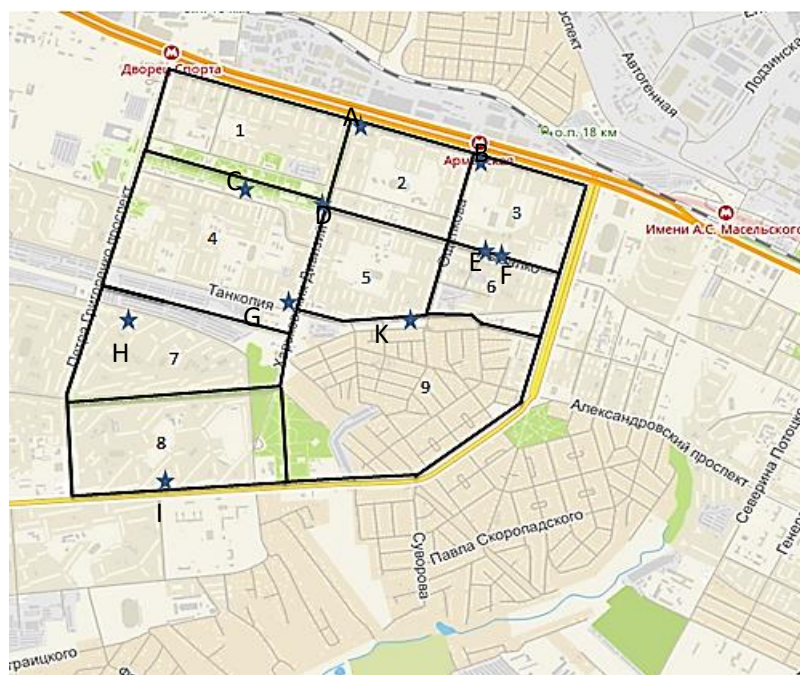


Рисунок 1.5 – Скоригована торгова зона:

1 – мікрорайон; А – торговий об'єкт

У таблиці 1.1 наведено відстані від мікрорайонів до торгових об'єктів «по повітрю» і «по дорозі».

Таблиця 1.1 – Матриця відстаней від мікрорайону до торгових об'єктів «по повітрю» і «по дорозі»

Торговий об'єкт (ТО)	Позначення	Номер мікрорайону								
		1	2	3	4	5	6	7	...	9
		«по повітрю», км								
Сільпо	А	0,62	0,41	0,95	1,01	0,80	1,12	1,66	...	1,52
Ринок	В	1,26	0,50	0,40	1,51	0,90	0,72	2,09	...	1,33
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Grocer	К	1,40	0,81	0,82	1,21	0,37	0,44	1,36	...	0,40
		«по дорозі», км								
Сільпо	А	0,75	0,45	1,10	1,30	1,10	1,40	2,10	...	1,80
Ринок	В	1,40	0,55	0,40	1,90	1,10	1,10	2,60	...	1,40
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Grocer	К	1,60	1,10	1,00	1,30	0,50	0,45	1,50	...	0,45

Приклад розрахунку коефіцієнта непрямої лінійності за (1.1):

$$R^{I-A} = \frac{0,75}{0,62} = 1,22.$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших випадків. Результати представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Значення коефіцієнтів непрямої лінійності

Номер ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	1,22	1,09	1,16	1,29	1,37	1,25	1,27	...	1,18
В	1,11	1,09	1,00	1,26	1,22	1,53	1,24	...	1,05
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	1,14	1,36	1,22	1,07	1,35	1,02	1,10	...	1,13

Приклад розрахунку відповідно до коефіцієнта ухилу за (1.2):

$$k_y^{I-A} = 1 + \frac{0,174 - 0,176}{0,615} = 0,997.$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших випадків (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Значення коефіцієнтів ухилу

Номер ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
коефіцієнт ухилу (до магазину)									
А	0,997	0,991	0,996	0,998	0,995	0,995	1,004	...	1,006
В	1,001	1,001	1,001	1,001	1,000	0,997	1,005	...	1,010
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	0,997	0,993	0,993	0,997	0,984	0,982	1,003	...	1,018
коефіцієнт ухилу (від магазину)									
А	1,003	1,009	1,004	1,002	1,005	1,005	0,996	...	0,994
В	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000	1,003	0,995	...	0,990
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	1,003	1,007	1,007	1,003	1,016	1,018	0,997	...	0,983

Зробити висновки за отриманими результатами.

## 2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ ЩОДО МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ СПОЖИВАЧІВ МІЖ ТОРГІВЕЛЬНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

### 2.1 Формування цільової функції дослідження

Загальні витрати покупця можна оцінити за допомогою функції

$$\Theta_{ij}^{total} = \Theta_{ij}^1 + \Theta_j^2 + \Theta_{ij}^3 \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де  $\Theta_{ij}^1$  – витрати часу на покупку товару в грошовому вираженні, грн;

$\Theta_j^2$  – грошові витрати на покупку товару в магазині  $j$ , грн;

$\Theta_{ij}^3$  – витрати енергії споживача в грошовому вираженні, грн;

$j$  – торговий об'єкт;

$i$  – район.

Модель для визначення витрат покупця виглядає так:

$$\Theta_{ij}^1 = C_{nz} \cdot t^{purch}, \quad (2.2)$$

де  $t^{purch}$  – оцінка часу, год;

$C_{nz}$  – вартість вільного часу покупця, грн/год.

При оцінці часу потрібно враховувати й час на торговельне обслуговування всередині роздрібної мережі:

$$t_{ij}^{purch} = t_{ij}^{walking} + t_{ji}^{walking} + t_j^{TS}, \quad (2.3)$$

де  $t_{ij}^{walking}$  – час пішого руху з району  $i$  до торгового об'єкта  $j$ , год;

$t_j^{TS}$  – час відвідування  $j$  торгового об'єкта, год;

$t_{ji}^{walking}$  – час пішого руху від торгового об'єкта  $j$  до району  $i$ , год.

Вартість години вільного часу покупця знаходимо за формулою

$$C_t^{hour} = \frac{\bar{S}_{pc}}{\Phi_{ctf} - (\Phi_{wtf} + \Phi_{ff})}, \quad (2.4)$$

де  $\bar{S}_{pc}$  – середня заробітна плата мешканців у районі дослідження, грн;

$\Phi_{ctf}$  – часовий фонд календарного часу за місяць, год;

$\Phi_{wtf}$  – місячний фонд робочого часу, год;

$\Phi_{ff}$  – місячний фонд вільного часу, год.

Модель змінювання часу, необхідного для здійснення процесу покупки у магазині  $j$ , можна описати за допомогою такої моделі:

$$t_j^{TS} = \sqrt{0,386 \cdot S_j^{shop}}, \quad (2.5)$$

де  $S_j^{shop}$  – площа магазину, м<sup>2</sup>.

Модель змінювання часу пішого руху від району  $i$  до магазину  $j$  можна описати за допомогою такої моделі:

$$t_{ij}^{walking} = 19,63 \cdot LOG(k_y^{ij}) + 1,679 \cdot R^{ij} + 15,438 \cdot l_{нов}^{ij}, \quad (2.6)$$

де  $k_y^{ij}$  – коефіцієнт ухилу;

$R^{ij}$  – коефіцієнт непрямолінійності сполучення;

$l_{нов}^{ij}$  – відстань між точками «по повітрю», км.

Грошові витрати на покупку товару знаходять за формулою

$$\Theta_j^2 = \frac{\sum_i (Q_i \cdot P_{ціна})}{365}, \quad (2.7)$$

де  $P_{ціна}$  – ціна матеріального потоку для споживача, грн/кг (визначається відповідно до огляду цін у торговельних об'єктах «польових досліджень»);

$Q_i$  – норма споживання матеріального потоку в середньому на одного мешканця за рік, що проживає  $i$ -му районі забудови за аналізований період, кг/мешканця (дод. В).

Вартість товарів необхідно визначити самостійно в магазинах, що розміщуються в обраному районі, шляхом «польових досліджень».

Визначення витрат фізичних сил в грошовому вираженні знаходимо так:

$$\Theta_{ij}^3 = KCal_{ij}^{cn} \cdot S_{KCal}^{cn}, \quad (2.8)$$

де  $KCal_{ij}^{cn}$  – кількість калорій, які людина витрачає при купівлі товарів, ккал;

$S_{KCal}^{cn}$  – вартість однієї калорії, грн/ккал.

Кількість калорій, які людина витрачає при купівлі товару, складається з частин:

$$KCal_{ij}^{cn} = KCal_{ij}^{movm} + KCal_{ij}^{''movm} + KCal_{ij}^{TS}, \quad (2.9)$$

де  $KCal_{ij}^{movm}$ ,  $KCal_{ij}^{''movm}$  – величини енергетичних витрат людського організму в умовах руху від району  $i$  до торговельного об'єкта  $j$  та в зворотному напрямі відповідно, ккал;

$KCal_{ij}^{TS}$  – величина енергетичних витрат людського організму під час торговельного обслуговування в магазині  $j$ , ккал.

Модель змінювання енергетичних витрат під час пішого руху від району  $i$  до магазину  $j$  можна описати за допомогою такої моделі:

$$KCal_{ij}^{movm} = 92,388 \cdot LOG(k_y^{ij}) + 8,863 \cdot R^{ij} + 78,092 \cdot l_{нов}^{ij}, \quad (2.10)$$

де  $k_y^{ij}$  – коефіцієнт ухилу;

$R^{ij}$  – коефіцієнт непрямої лінійності сполучення;

$l_{нов}^{ij}$  – відстань між точками «по повітрю», км.

Модель змінювання енергетичних витрат людського організму під час торговельного обслуговування в магазині  $j$  можна описати за допомогою такої моделі:

$$KCal_{ij}^{TS} = \sqrt{0,000232 S_j^{shop^2}}, \quad (2.11)$$

де  $S_j^{shop}$  – площа магазину  $j$ , м<sup>2</sup>.

Вартість калорії людини залежить від ціни матеріального потоку та норми споживання:

$$S_{KCal}^{cn} = \frac{\sum_i (Q_i \cdot P_{ціна})}{ALF \cdot 365}, \quad (2.12)$$

де  $P_{ціна}$  – ціна матеріального потоку, грн/кг;

$ALF$  – добова норма енергії людини (споживача), ккал.

Імовірність відвідування торговельного об'єкта  $P_{ij}$  знаходимо так:

$$P_{ij} = \frac{\frac{1}{\Theta_{ij}^{total}} \cdot N_i}{\sum_{j=1}^J \frac{1}{\Theta_{ij}^{total}} \cdot N_i}, \quad (2.13)$$

де  $N_i$  – кількість мешканців у мікрорайоні, люд.

Обсяг споживання продуктів окремого магазину буде визначатись за залежністю, наведеною нижче. Подальші розрахунки потрібно проводити для обраного магазину:

$$q_j = \sum_{i=1}^I P_{ij} \cdot N_i \cdot Q_i. \quad (2.14)$$

Обсяг споживання продуктів протягом року прирівнюється до обсягів завезення:

$$q_j = Q_{пот}^{МП}, \quad (2.15)$$

де  $q_j$  – обсяг споживання, т;

$Q_{пот}^{МП}$  – обсяг завезення, т.

Зробити статистичну обробку отриманих результатів. Побудувати графіки залежності змінювання впливу параметрів району обслуговування на ймовірність відвідування торговельного об'єкта. Зробити висновки по розділу.



## 2.2 Визначення обсягу попиту в зоні обслуговування

Час пересування до торгового об'єкта був розрахований за допомогою отриманої моделі за формулою (2.6):

$$t_{1-A}^{walking} = 19,63 \cdot \text{LOG}(0,997) + 1,679 \cdot 1,22 + 15,438 \cdot 0,62 = 11,5 \text{ хв.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших випадків. Результати представлено в таблицях 2.1–2.2.

Таблиця 2.1 – Час пересування до торгових об'єктів

ТО	Номер мікрорайону, хв								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	11,5	8,1	16,5	17,7	14,6	19,3	27,8	...	25,5
В	21,3	9,6	7,9	25,4	15,9	13,7	34,4	...	22,4
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	23,5	14,7	14,6	20,5	7,8	8,4	22,9	...	8,2

Таблиця 2.2 – Час пересування від торгових об'єктів

ТО	Номер мікрорайону, хв								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	11,6	8,3	16,6	17,8	14,7	19,4	27,7	...	25,4
В	21,3	9,6	7,8	25,4	15,9	13,7	34,3	...	22,2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	23,6	14,8	14,8	20,5	8,1	8,7	22,8	...	7,9

У таблиці 2.3 наведені такі характеристики мікрорайонів, як кількість мешканців та кількість домогосподарств.

Таблиця 2.3 – Характеристики мікрорайонів

Номер мікрорайону	1	...	9
Кількість мешканців, люд./домогосподарств, од.	13 440/5 600	...	1 536/640

Час на торгове обслуговування був розрахований за допомогою отриманої моделі за формулою (2.5):

$$t_A^{TS} = \sqrt{0,386 \cdot 700} = 16,4 \text{ хв.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Час на торговельне обслуговування

ТО	Площа ТО, м <sup>2</sup>	Час на торговельне обслуговування, хв
А	700	16,4
В	1 408	23,3
...	...	...
К	120	6,8

За формулою (2.3) розрахуємо загальний час на відвідування торговельного об'єкта споживачем:

$$t_{1-A}^{purch} = \frac{11,5 + 11,6 + 16,4}{60} = 0,7 \text{ год.}$$

Аналогічно було розраховано час для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Загальні витрати часу

ТО	Номер мікрорайону, год								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	0,7	0,5	0,8	0,9	0,8	0,9	1,2	...	1,1
В	1,1	0,7	0,7	1,2	0,9	0,8	1,5	...	1,1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	0,9	0,6	0,6	0,8	0,4	0,4	0,9	...	0,4

За формулою (2.4) розрахуємо середню вартість часу споживача:

$$S_{\text{год}}^{cn} = \frac{3300}{720 - (174,6 + 300)} = 13,45 \text{ грн/год.}$$

Витрати часу покупця в грошовому вираженні розрахуємо за формулою (2.2):

$$\Theta'_{1-A} = 13,45 \cdot 0,7 = 8,86 \text{ грн.}$$

Аналогічно було розраховано час для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Витрати часу в грошовому вираженні

ТО	Номер мікрорайону, грн								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	8,86	7,35	11,12	11,64	10,27	12,38	16,12	...	15,09
В	14,78	9,53	8,75	16,62	12,37	11,36	20,62	...	15,22
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	12,07	8,15	8,12	10,71	5,10	5,34	11,77	...	5,14

Енергетичні витрати під час пішого руху до магазину та від нього були розраховані за допомогою отриманої моделі за формулою (2.10):

$$KCal_{I-A}^{movm} = 92,388 \cdot \text{LOG}(0,997) + 8,863 \cdot 1,22 + 78,092 \cdot 0,62 = 58,7 \text{ ккал.}$$

Аналогічно було розраховано витрати для інших випадків. Результати представлено в таблицях 2.7–2.8.

Таблиця 2.7 – Енергетичні витрати під час пішого руху до магазину

ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	58,7	41,4	84,1	90,2	74,6	98,3	141,0	...	129,4
В	108,3	49,0	40,1	129,1	81,1	69,6	174,4	...	113,6
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	119,3	75,0	74,5	103,9	40,2	42,7	116,1	...	41,9

Таблиця 2.8 – Енергетичні витрати під час пішого руху від магазину

ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	59,0	42,2	84,5	90,4	75,0	98,7	140,7	...	128,9
В	108,2	49,0	40,1	129,0	81,1	69,9	174,0	...	112,8
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	119,6	75,6	75,1	104,1	41,5	44,1	115,9	...	40,5

Енергетичні витрати під час торгового обслуговування були розраховані за допомогою отриманої моделі відповідно до формули (2.11):

$$KCal_A^{TS} = \sqrt{0,0002 \cdot 700^2} = 10,6 \text{ ккал.}$$

Аналогічно було розраховано витрати для інших випадків.

За формулою (2.7) розрахуємо загальну кількість калорій, які людина витрачає при купівлі товару:

$$KCal_{I-A}^{cn} = 58,7 + 59 + 10,6 = 128,3 \text{ ккал.}$$

Аналогічно було розраховано кількість калорій для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Загальні енергетичні витрати під час пішого руху від магазину

ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	128,3	94,2	179,3	191,2	160,2	207,7	292,3	...	269,0
В	237,9	119,5	101,6	279,6	183,7	161,0	369,9	...	247,8
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	240,7	152,4	151,5	209,8	83,5	88,7	233,8	...	84,2

За формулою (2.10) розрахуємо вартість калорії людини:

$$S_{KCal}^{cn} = \frac{0,3 \cdot 13,57 + 8,8 \cdot 10,61 + \dots + 12,15 \cdot 1,95}{2790,8} = 0,01 \text{ грн.}$$

У таблиці В.1 додатка В наведені норми споживання матеріальних потоків.

Енергетичні витрати споживача в грошовому вираженні розрахуємо за формулою (2.12):

$$\Theta_{I-A}^3 = 128,3 \cdot 0,011 = 1,46 \text{ грн.}$$

Аналогічно було розраховано витрати для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Енергетичні витрати в грошовому вираженні

ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	1,46	1,07	2,04	2,17	1,82	2,36	3,32	...	3,06
В	2,70	1,36	1,15	3,18	2,09	1,83	4,20	...	2,82
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	2,74	1,73	1,72	2,38	0,95	1,01	2,66	...	0,96

Грошові витрати на покупку товару в магазині знаходимо за формулою (2.7) (ціни на продукти в різних магазинах навести в додатку):

$$\Theta_A^2 = \frac{13,69 \cdot 0,3 + 10,54 \cdot 8,8 + \dots + 30,24 \cdot 12,15}{365} = 31,25 \text{ грн.}$$

Загальні витрати покупця розрахуємо за формулою (2.1):

$$\Theta_{I-A}^{total} = 8,86 + 31,25 + 1,46 = 41,57 \text{ грн.}$$

Аналогічно було розраховано витрати для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Загальні витрати покупця

ТО	Номер мікрорайону								
	1	2	3	4	5	6	7	...	9
А	41,57	39,68	44,41	45,07	43,34	45,99	50,70	...	49,41
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	47,50	42,57	42,53	45,78	38,74	39,03	47,11	...	38,78

Ймовірність відвідування торговельного об'єкта знаходимо за формулою (2.13):

$$P_{I-A} = \frac{\frac{1}{41,57} \cdot 13440}{\frac{1}{41,57} \cdot 13440 + \frac{1}{39,68} \cdot 8880 + \dots + \frac{1}{38,78} \cdot 1536} = 0,015.$$

Аналогічно було розраховано ймовірність для інших випадків. Результати представлено в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Ймовірність відвідування торгового об'єкта

ТО	Номер мікрорайону									Σ
	1	2	3	4	5	6	7	...	9	
А	0,015 0	0,010 4	0,008 0	0,020 6	0,009 3	0,005 5	0,013 2	...	0,001 4	0,094 8
В	0,012 5	0,009 5	0,008 4	0,017 7	0,008 5	0,005 5	0,011 6	...	0,001 4	0,085 3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
К	0,013 2	0,009 7	0,008 4	0,020 2	0,010 4	0,006 4	0,014 2	...	0,001 8	0,097 0
Σ	0,143 2	0,099 3	0,082 7	0,217 2	0,098 8	0,059 5	0,150 1	...	0,016 4	1

Зведені результати представити в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Зведена таблиця

Маршрут	$\Theta_{ij}^1$	$\Theta_j^2$	$\Theta_{ij}^3$	$\Theta_{ij}^{total}$	$l_{ij}^{nos}$	$N_i$	$R^{ij}$	$k_y^{ij}$	$S_j^{shop}$	$P_{ij}$
I-A-1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
I-A-2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Середні по району	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

У таблиці 2.14 подано обсяги завезення продуктів за рік в магазин А відповідно до розрахунків за формулою (2.14).

Таблиця 2.14 – Обсяги завезення продуктів у магазин А

Продукти	Необхідна к-ть (кг/рік)	Продукти	Необхідна к-ть (кг/рік)
Борошно житнє	1 604,09	Ягоди свіжі	5 881,67
Борошно пшеничне	47 053,4	Цукор	61 490,24
...	...	...	...

### 2.3 Статистична обробка результатів дослідження

Розрахувати модель змінювання ймовірності відвідування торговельного об'єкта залежно від параметрів процесу покупок за допомогою *Statgraphics software*. Загальний вигляд моделі ймовірності вибору торговельного об'єкта такий:

$$P_{jox} = a_1 \frac{\Theta_j^2}{\Theta_j^2} + a_2 \frac{l_{ij}^{nos}}{l_{ij}^{nos}} + a_3 \frac{N_i}{N_i} + a_4 \frac{k_y^{ij}}{k_y^{ij}} + a_5 \frac{R^{ij}}{R^{ij}} + a_6 \frac{S_j^{shop}}{S_j^{shop}}, \quad (2.16)$$

де  $a$  – емпіричні коефіцієнти моделі;

$\overline{\Theta_j^2}$  – середня ціна на споживчу корзину в районі міста, грн;

$\overline{l_{ij}^{nos}}$  – середня відстань від домогосподарства до магазину в районі міста, км;

$\overline{N_i}$  – середня кількість мешканців у мікрорайоні в районі міста, споживачів;

$\overline{k_y^{ij}}$  – середній коефіцієнт ухилу від домогосподарства до магазину в районі;

$\overline{R^{ij}}$  – середній коефіцієнт ухилу від домогосподарства до магазину в районі;

$\overline{S_j^{shop}}$  – середня площа магазину в районі, м<sup>2</sup>.

Вихідні дані для розрахунку моделі взято з таблиці 2.13. Діапазони варіювання даних звести в таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 – Показники варіювання даних регресійної моделі

№ з/п	Параметр	Умовне позначення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє значення	Крок	Кількість інтервалів
1	Відношення відстані від торгового об'єкта до середньої відстань щодо торгових об'єктів у зоні обслуговування	$\frac{L_{ojz}}{L_z}$	0,3	2,1	1,2	0,3	7
...	...	...	...	...	...	...	...

Приклад розрахунку регресійної моделі впливу параметрів на ймовірність відвідування торговельного об'єкта:

$$P_{j\omega z} = -0,0008 \exp\left(\frac{L_{ojz}}{L_z}\right), \quad (2.17)$$

Представити графіки залежності змінювання ймовірності попиту відповідно до параметрів попиту за отриманими залежностями. Приклад графіка наведений на рисунку 2.1.

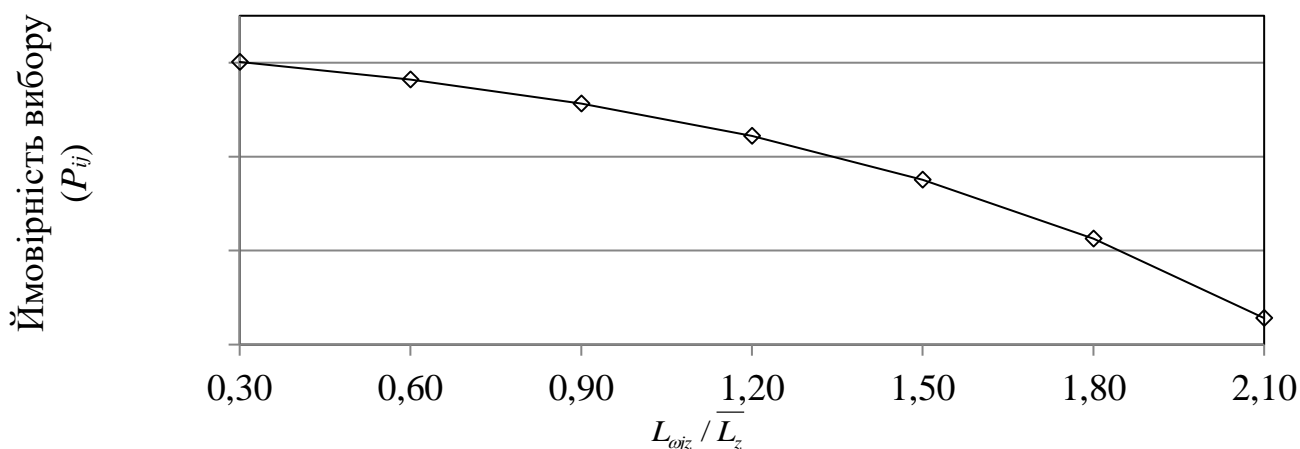


Рисунок 2.1 – Залежність імовірності вибору торгової точки залежно від відношення відстані до торгового об'єкта до середньої відстань щодо торгових об'єктів у зоні обслуговування

Зробити висновки за отриманими результатами. Зі збільшенням відстані до магазину зменшується ймовірність відвідування магазину, оскільки збільшується частина нецінових чинників (вартості часу та вартості енергетичних сил) у загальних витратах споживача.

### **3 МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

#### **3.1 Визначення вихідних даних**

Навести дані про товари і первинну упаковку в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані про товари і первинну упаковку

Найменування товару	Об'ємна маса, т/м <sup>3</sup>	Характеристика упаковки, кг	Характеристика тари, од. прод.	Клас вантажу
Борошно житнє	...	...	...	...
Борошно пшеничне	...	...	...	...

Характеристика матеріальних потоків і особливих умов зберігання та перевезення наведено в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Характеристика матеріальних потоків

Найменування товару	Строк придатності, днів	Температура зберігання і перевезення	Опис наявних технологій доставки. Особливості перевезення	Сумісність вантажів
...	...	...	...	...

Характеристику постачальників матеріального потоку подано в таблиці 3.3. Постачальники повинні перебувати в межах Харківського району.



Таблиця 3.3 – Характеристика постачальників

Найменування товару	Назва підприємства	Адреса	Тип (виробник, розподільчий центр)	Години роботи	Відпускна вартість матеріального потоку	Час навантаження однієї тони МП, год
...	...	...	...	...	...	...

Інформацію щодо обсягу завезення матеріальних потоків по магазинах подано в таблиці 3.4. Обмінятися даними за обсягом споживання матеріальних потоків між учасниками групи.

Таблиця 3.4 – Характеристика споживачів

Параметри	Магазини		
	Назва	АТБ	Клас 1
Адреса	вул. Рибалки, 26	пр. Героїв Харкова, 136/8	...
Години роботи	Цілодобово	7:00–23:30	...
Обсяг завезення, т			
Цукор	0,015 6	0,057 8	...
Молоко незбиране	0,113 0	0,417 1	...
...	...	...	...
Всього	...	...	...

### 3.2 Технологія обслуговування споживачів «Точно в строк»

Визначити необхідну кількість обертів для обслуговування торгівельних об'єктів за період для кожного матеріального потоку:

$$N_{об-м} = \frac{\sum_{j=1}^J Q_{пот}^{МП}}{q_n \cdot \gamma_{см}}, \quad (3.1)$$

де  $q_n$  – номінальна вантажопідйомність АТЗ, т;

$\gamma_{см}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності АТЗ;

$Q_{пот}^{МП}$  – добовий обсяг заводу матеріального потоку, т.

Статичний коефіцієнт використання місткості вантажного транспортного засобу визначаємо так:

$$\gamma_{ст} = \frac{q_{ф}}{q_{н}}, \quad (3.2)$$

де  $q_{ф}$  – фактичне завантаження транспортного засобу на маршруті, т.

При визначенні номінальної вантажопідйомності обрати три марки АТЗ в діапазоні 1,5–14,5 тонн. Відповідно до розрахунків заповнити таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристика роботи транспортних засобів

МП	Модель АТЗ	Вантажо-підйомність АТЗ, т	Витрати палива на 100 км	Тип палива	Загальний обсяг завантаження за рік, т	Середньодобовий обсяг завантаження, т	Кількість обертів, од.
1	FORD Transit	1,5	9	д	159,8	0,438	1
1	...	1,5	...	...	...	...	...
2	MB Sprinter 311	1,5	13	д	1322,5	3,625	3

### 3.3 Побудова маршрутів

Використовуючи програмне забезпечення (URL:<https://ant-logistics.com>), побудувати розвізні маршрути перевезень матеріальних потоків від вантажовідправників до споживачів – магазинів. Ознайомитися з програмою відповідно до відео, представлених на сайті. Середня швидкість руху транспортних засобів – 24 км/год. Заповнити таблицю 3.6 з програми «Ant-logistics».

Таблиця 3.6 – Характеристика розроблених маршрутів

Номер маршруту	Машина	Вантажо-підйомність АТЗ, т	Відстань, км	К-ть точок	Вага	Час, год	Швидкість, км/год
1	2	3	4	5	6	7	8
1 МП – цукор							
1	FORD Transit	1,5	55,93	11	0,438	3,59	24
2	...	...	...	...	...	...	...
2 МП – молоко збиране, молоко незбиране, кефір							
1	MB Sprinter 311	..	...	...	...	...	...

### 3.4 Визначення ефективності функціонування логістичної системи

Витрати на зберігання вантажу на складі роздрібної мережі визначаємо за такою залежністю:

$$Z_{скл} = \sum_{j=1}^n Q_{ном}^{МП} \cdot (13,165 - 2,131 \ln Q_{ном}^{МП}) + \sum_{j=1}^n S_j^{shop} \cdot (1,85 + 93,35 S_j^{shop - 0,839}). \quad (3.3)$$

Для кожного несумісного товару витрати потрібно розраховувати окремо.

Приклад розрахунку:

$$Z_{склj} = (3,979 \cdot (13,165 - 2,131 \ln(3,979))) + (8,29 \cdot (1,85 + 93,35 \cdot 8,29^{-0,839})) = 187,22 \text{ грн.}$$

Площу складу розраховуємо так:

$$S_j^{shop} = \frac{Q_{ном}^{МП}}{\delta_{cpj} \cdot h_j \cdot a_j}, \quad (3.4)$$

де  $\delta_{cpj}$  – середнє навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі  $j$ -го складу, т/м<sup>2</sup>;

$h_j$  – висота укладки запасу на  $j$ -му складі, м;

$a_j$  – коефіцієнт використання площі  $j$ -го складу.

Далі визначаємо собівартість зберігання однієї тони вантажу в роздрібній мережі:

$$S_{скл} = \frac{\sum_{j=1}^m Z_j}{\sum_{j=1}^m Q_{ном}^{МП}}. \quad (3.5)$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших випадків і зводимо їх у таблицю 3.7.

Собівартість перевезення однієї тони вантажу визначається за такою залежністю:

$$Z_T = \frac{l_{іє}}{q_n \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta} \cdot \left( B_{3M} + \frac{B_{II}}{V_T} \right) + \frac{B_{II} \cdot t_{n/p}}{q_n \cdot \gamma_{cm}}, \quad (3.6)$$

де  $l_{іє}$  – довжина їздки з вантажем, км;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;

$V_T$  – технічна швидкість транспортного засобу, км/год;

$t_{н/р}$  – час на навантаження-розвантаження, год;

$B_{3M}$  – змінні витрати транспортного процесу, грн/т;

$B_{II}$  – постійні витрати транспортного процесу, грн/год.

Змінні витрати визначаються за залежністю

$$B_{3M} = 0,113 \cdot q_n^{0,339} + 0,067 \cdot R_n^{-0,092}, \quad (3.7)$$

де  $R_n$  – питома витрата палива транспортного засобу, л/100 км/т.

Результати подано в таблиці 3.8.

Постійні витрати транспортного процесу можна визначити так:

$$B_{II} = 0,0015q_n^{0,92} + 0,0389A^{-0,095}, \quad (3.8)$$

де  $A$  – кількість транспортних засобів, од.

Результати подано в таблиці 3.8.

Коефіцієнт використання пробігу визначаємо за такою залежністю:

$$\beta = \frac{l_{іг}}{L_m}, \quad (3.9)$$

де  $L_m$  – довжина маршруту, км.

Результати подано в таблиці 3.7.

Собівартість просування однієї тони вантажу логістичною системою пропонується визначати за такою залежністю:

$$Z^{LS} = \sum_{m=1}^M Z_m = \sum_{m=1}^M (Z_T + Z_{скл}), \quad (3.10)$$

Результати подано в таблиці 3.8.

Таблиця 3.7 – Розраховані показники

Номер маршруту	Змінні витрати, $B_{3M}$	Постійні витрати, $B_{II}$	К-ть використання пробігу, $\beta$	Статичний коефіцієнт використання місткості, $\gamma_{cm}$
1	0,182	0,041	0,917	0,894
2	0,182	0,041	0,879	0,913
...	...	...	...	...
5	0,307	0,051	1	0,397
Всього	1,1	0,22	4,65	3,84

Таблиця 3.8 – Таблиця розрахування добового обсягу завезення і зберігання в ТО А за рівномірною технологією

Параметри	Дні місяця																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Кількість поставок МП 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всього	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Добовий обсяг поставок, т	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Вантажоід-йомність ТЗ, т	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	
	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	
Обсяг зкладування, т	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	3979,1	
	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	
$C_{\text{опл}}^{MF}$ , грн	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	0,2970,223	
	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
$C_{\text{вст}}^{MF}$ , грн	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	47,05	

### 3.5 Технологія обслуговування споживачів за умови постачання за оптимальною партією поставки

Модель оптимального обсягу замовлення

$$Q_t^{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot q_j \cdot Z_T}{Z_{скл}}} \quad (3.11)$$

Приклад розрахунку:

$$Q_t^{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,95 \cdot 128,1}{155,38}} = 3,62 \text{ т.}$$

У таблицю 3.9 заносимо дані розрахунку оптимального обсягу поставки для всіх магазинів.

Таблиця 3.9 – Оптимальний обсяг поставки в магазинів

Товар	Обсяг потреби в МП (попит за рік), т	Потреба за період, т	Потреба в день, т	Термін придатності, днів	Оптимальний обсяг замовлення, т	Оптимальний обсяг замовлення, т	Кількість поставок за період, од.	Кількість поставок за рік, од.
Digma								
Сахар	7,95	31,79	0,02	1 460	3,62	3,62	9	2
...	...	..	...	...	...	...	...	..
Кефір	7,60	...	...	...	...	...	...	53
АТВ								
Сахар	5,71	22,85	0,02	1 460	3,07	3,07	7	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...

При роботі із швидкопсувними товарами потрібно виходити з умови їх терміну придатності. У такому випадку обсяг поставки не повинен перевищувати попит на продукцію в окремому періоді:

$$Q_t^{opt} = \begin{cases} q_j > Q_t^{opt} \rightarrow q_j > Q_t^{opt} \cdot n_t^{ord}; n_t^{ord} \geq 2 \\ q_j \leq Q_t^{opt} \rightarrow q_j = Q_t^{opt}; n_t^{ord} = 1 \end{cases} .$$

Кількість поставок на рік розраховується за формулою

$$K_s = q_n / \bar{Q}_{opt} \quad (3.12)$$

$$K_s = 7,95 / 3,62 = 2 \text{ од.}$$

У таблицю 3.1 занесемо кількість поставок на рік для торгового об'єкта А.

Розрахуємо технологічні й економічні показники за різними технологіями постачання, результати заносимо в таблиці 3.10 і 3.11.

Таблиця 3.10 – Таблиця розрахування добового обсягу завезення і зберігання в ТО А за рівномірною технологією

МП	Дні місяця		
	1	...	30
Цукор (1)	0	...	1
..	...	...	...
Всього	1	...	4
Добовий обсяг поставки, т	...	...	...
Вантажопідйомність ТЗ, т	...	...	...
Обсяг складування, т	...	...	...
$C_{ord}^{MF}$ , грн	...	...	...
$C_{cost}^{MF}$ , грн	...	...	...

Таблиця 3.11 – Показники використання технологій постачань

Загальні витрати за умов рівномірної партії поставки, грн	Загальні витрати за умови фіксованої партії поставки (EOQ), грн
10 293	20 586

Побудувати графік завантаження складу залежно від отриманих маршрутів для вибраного магазину (рис. 3.1 і 3.2).

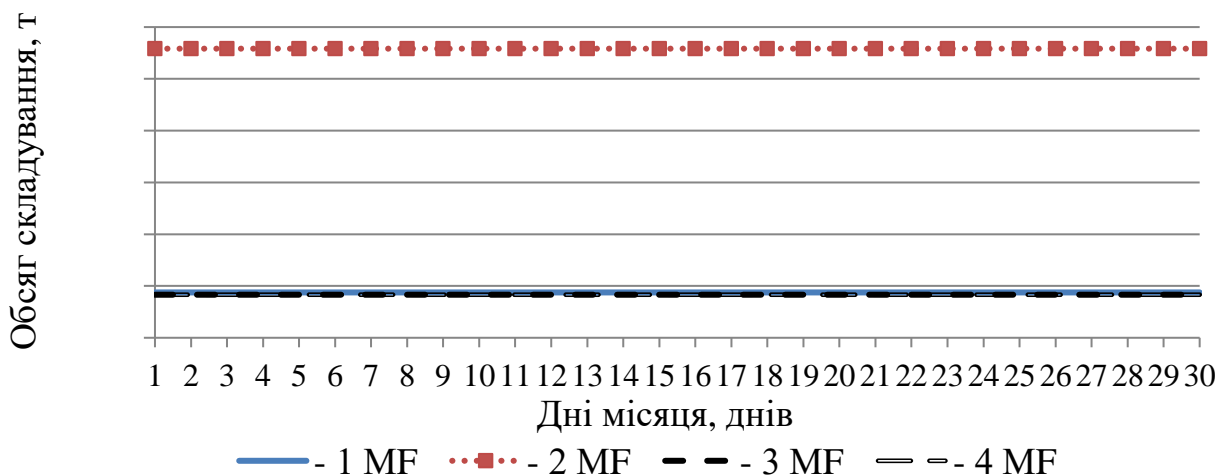


Рисунок 3.1 – Постачання та зберігання матеріальних потоків

Обсяг складування, т

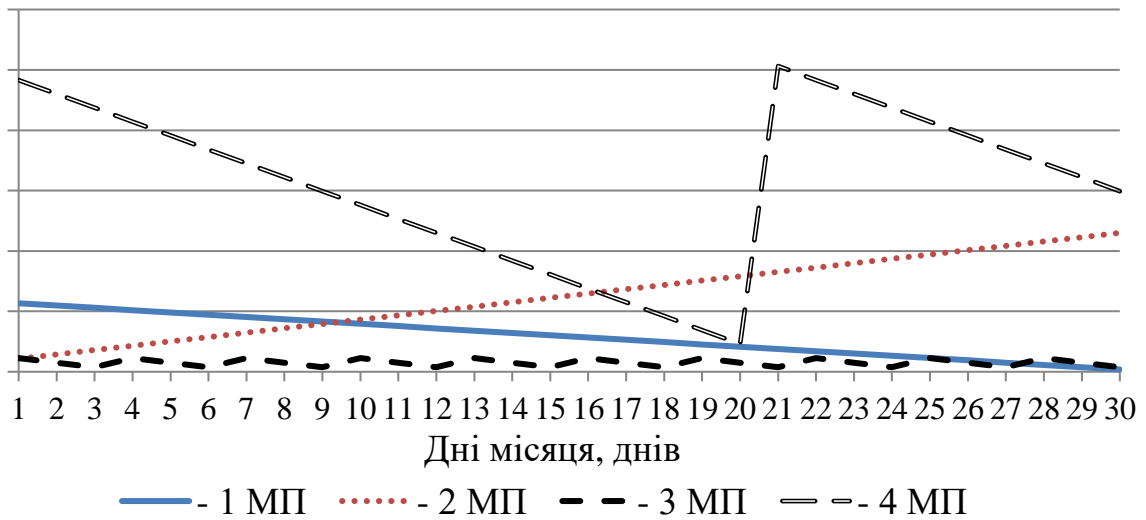


Рисунок 3.2 – Постачання та зберігання матеріальних потоків

Зробити висновки за розділом. Обрати технологію поставки.

### 3.6 Оцінка викидів забруднювальних речовин

Оцінку викидів, спричинених технологією поповнення запасів, проводимо за допомогою програмного забезпечення *COOPERT* (рис. 3.3).

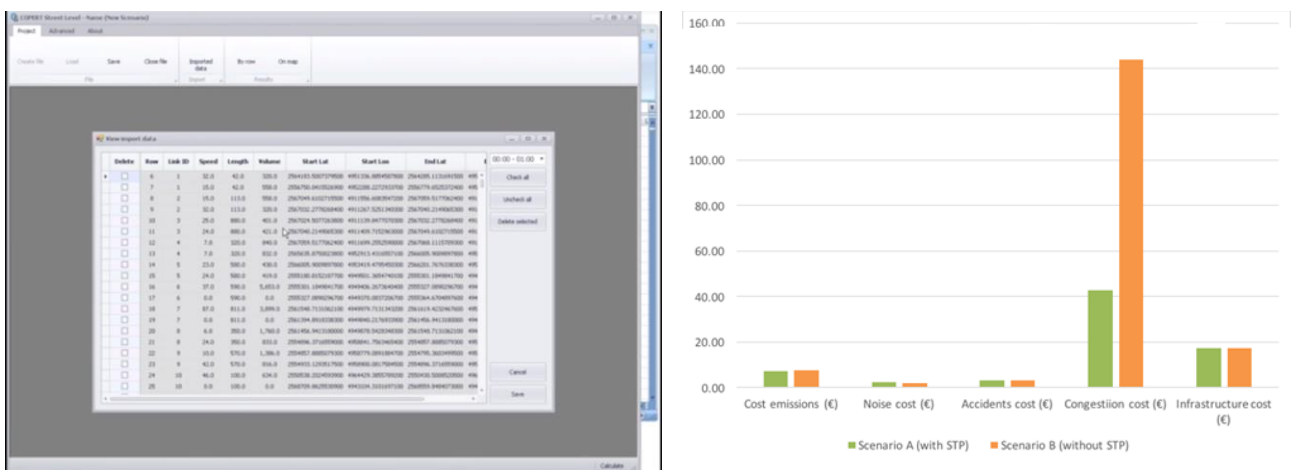


Рисунок 3.3 – Приклад роботи в програмі *COOPERT*

Зробити висновки по кожному розділу роботи. Відповісти на запитання: «Які результати були отримані? Як це вплинуло на подальші розрахунки? Яку технологію постачання обрано? Чому?».



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Russo F. A classification of city logistics measures and connected impacts [Electronic resource] / F. Russo, & A. Comi // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. – Electronic text data. – 2010. – Т. 2, iss. 3. – P. 6355–6365. – Regime of access: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.016>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

2. Nuzzolo A. A. Urban freight demand forecasting: a mixed quantity / delivery / vehicle-based model [Electronic resource] / A. Nuzzolo, & A. Comi // *Transportation Research Part E : Logistics and Transportation Review*. – Electronic text data. – 2014. – Т. 65. – P. 84–98. – Regime of access: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2013.12.014>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

3. Nuzzolo A. City logistics long-term planning: simulation of shopping mobility and goods restocking and related support systems [Electronic resource] / A. Nuzzolo, A. Comi & L. Rosati // *International Journal of Urban Sciences*. – Electronic text data. – 2014. – Т. 18, iss. 2. – P. 201–2017. – Regime of access: <https://doi.org/10.1080/12265934.2014.928601>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

4. Urban Freight Transport and City Logistics Policies: Indications from Rome, Barcelona and Santander [Electronic resource] / A. Nuzzolo, A. Comi, A. Ibeas & J. L. Moura // *International Journal of Sustainable Transportation*. – Electronic text data. – 2016. – Т. 10, iss. 6. – P. 552–566. – Regime of access: <https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1014778>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

5. Russo F. Urban Freight Transport Planning towards Green Goals : Synthetic Environmental Evidence from Tested Results [Electronic resource] / F. Russo & A. Comi // *Sustainability*. – Electronic text data. – 2016. – Т. 8, iss. 4. – P. 381. – Regime of access: <https://doi.org/10.3390/su8040381>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

6. Russo F. Measures for sustainable freight transportation at urban scale : expected goals and tested results in Europe [Electronic resource] / F. Russo & A. Comi // Journal of Urban Planning and Development. – Electronic text data. – 2011. – T. 137, iss. 2. – P. 142–152. – Regime of access: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000052](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000052), free (date of the application : 29.07.2024). – Header from the screen.

7. Russo F. From city logistics theories to city logistics planning [Electronic resource] / F. Russo & A. Comi // City Logistics 3 – Towards Sustainability and Liveable Cities. – Electronic text data. – 2018. – Regime of access: [https://www.researchgate.net/publication/326046431\\_From\\_City\\_Logistics\\_Theories\\_to\\_City\\_Logistics\\_Planning\\_Towards\\_Sustainable\\_and\\_Liveable\\_Cities](https://www.researchgate.net/publication/326046431_From_City_Logistics_Theories_to_City_Logistics_Planning_Towards_Sustainable_and_Liveable_Cities), free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

8. Taniguchi E. Urban transportation and logistics: health, safety, and security concerns [Electronic resource] / E. Taniguchi, T. F. Fwa & R. G. Thompson. – Electronic text data. – Boca Raton : CRC Press, 2013. – 280 p. – Regime of access: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/b16346/urban-transportation-logistics-eiichi-taniguchi-tien-fang-fwa-russell-thompson>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

9. Anand N Relevance of City Logistics Modelling Efforts : A Review [Electronic resource] / N. Anand, R. van Duin, H. Quak & L. Tavasszy // Transport Reviews. – Electronic text data. – 2013. – T. 35, iss. 6. – P. 701–719. – Regime of access: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2015.1052112>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

10. Recent developments in national and international freight transport models within Europe [Electronic resource] / G. De Jong, I. Vierth, L. Tavasszy & M. Ben-Akiva // Transportation. – Electronic text data. – 2013. – T. 40, iss. 2. – P. 347–371. – Regime of access: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/103997>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

11. Cascetta E. Transportation Systems Analysis: Models and Applications [Electronic resource] / E. Cascetta // Springer. – Electronic text data. – 2009. – Regime of access: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-75857-2>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

12. Galkin A. The Role of Consumers in Logistics Systems [Electronic resource] / A. Galkin // Transportation Research Procedia. – Electronic text data. – 2017. – T. 27. – P. 1187–1194. – Regime of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517309079>, free (date of the application: 29.07.2024). – Header from the screen.

ДОДАТОК А

Завдання до дипломного проєкту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ,  
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТА ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Завдання  
для курсового проєкту  
«Розумний транспорт і логістика для міст»

Студента, групи

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Зміст проєкту

С.

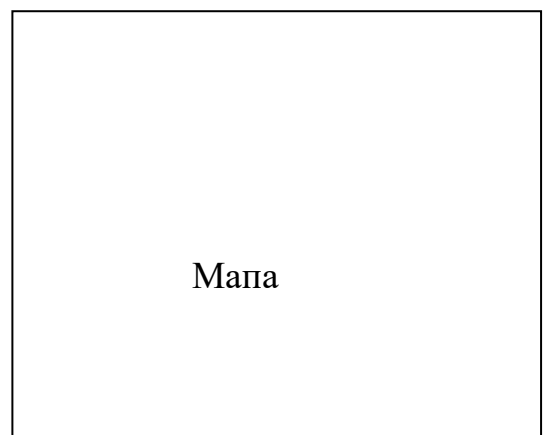
Вступ  
1 Зонування  
2 Визначення попиту  
3 Моделювання вантажних транспортних систем  
Висновки  
Список використаних джерел  
Додатки

Торгівельний об'єкт дослідження:

«\_\_\_\_\_»,

Адреса: \_\_\_\_\_.

GPS: \_\_\_\_\_



Речинець подання роботи до перевірки «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

Студент \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)  
(підпис, дата)

Викладач \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)  
(підпис, дата)

## ДОДАТОК Б

### Вихідні дані для розрахунку

Таблиця Б.1 – Набір вихідних даних для розрахунку

Номер за порядком	Назва показника	Одиниці виміру	Позначення	Значення
1	Часовий фонд календарного часу за місяць	год	$\Phi_{cf}$	720
2	Місячний фонд робочого часу	год	$\Phi_{wf}$	174,6
3	Місячний фонд вільного часу	год	$\Phi_{ff}$	300
4	Середня заробітна плата споживачів у районі дослідження	у. о.	$\bar{S}_{pc}$	240
5	Добова норма енергії людини (споживача)	ккал.	$ALF$	2 790,8
6	Середнє навантаження на 1 м <sup>2</sup> площі $j$ -го складу	т/м <sup>2</sup>	$\delta_{cpj}$	0,6
7	Висота укладки запасу на $j$ -му складі	м	$h_j$	2
8	Коефіцієнт використання площі $j$ -го складу	–	$a_j$	0,4
9	Технічна швидкість	км/год	$V_m$	24

**ДОДАТОК В**  
**Набір продуктів**

Таблиця В.1 – Набір продуктів з урахуванням необхідної кількості на рік

Продукти	Норма споживання, кг/рік на одну особу	Строк придатності, діб.
Борошно житнє	0,3	160
Борошно пшеничне	8,8	220
Хліб житній	38	2
Хліб пшеничний	62	3
Макаронні вироби	4,1	365
Рис	2,3	365
Манна крупа	0,9	210
Пшоно	0,9	90
Гречана крупа	2	365
Вівсяна крупа	1,1	180
Бобові	1,9	365
Картопля	108	270
Капуста	27,5	200
Помідори	11	14
Огірки	11	14
Морква	8	70
Буряк	8	30
Цибуля	4	270
Часник	4	365
Баштанні	14,5	80
Фрукти	2	30
Сухофрукти	1,8	120
Ягоди свіжі	1,1	14
Цукор	11,5	365
Кондитерські вироби	11	15
Олія	6,7	365
Маргарин	1,5	30
Яловичина	12	7
Баранина	0,9	4
Свинина	9,5	7
Субпродукти	2	4
Птиця домашня	5	14
Сало	2	50
Ковбасні вироби	6,6	100
Риба свіжа	2,5	4
Оселедець	0,7	10
Молоко незбиране	83	4
Молоко збиране	11	9
Кефір	11	14
Масло вершкове	3,9	20
Сир м'який	7,6	40
Сметана	4	20,00
Яйця (од)	12,155	25
Σ	527,75	–

*Електронне навчальне видання*

Методичні рекомендації  
до виконання курсової роботи  
з навчальної дисципліни

**«РОЗУМНИЙ ТРАНСПОРТ І ЛОГІСТИКА ДЛЯ МІСТ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами),  
освітньо-наукова програма «Розумний транспорт і логістика»,  
освітньо-професійна програма «Транспортні системи»)*

Укладач **ГАЛКІН** Андрій Сергійович

Відповідальний за випуск *Г. О. Самчук*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *А. С. Галкін*

План 2024, поз. 263М

---

Підп. до друку 30.10.2024. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 2,3.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017.