

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ**

Факультет економіки, бізнесу та міжнародних відносин
Кафедра підприємництва та економіки підприємства

Кваліфікаційна робота

на тему: *«Забезпечення ефективності логістичної доставки зернових
вантажів на прикладі залізничного та автомобільного видів
транспорту»*

Виконав: студент II курсу
освітнього рівня «магістр»
групи ЕП-23-1зм спеціальності
076 "Підприємництво та торгівля"
Понзель Сергій Сергійович
Керівник: д.е.н., професор Жадько К.С.

Дніпро
2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

Факультет економіки, бізнесу та міжнародних відносин
Кафедра підприємництва та економіки підприємства
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 076 «Підприємництво та торгівля»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою д. е. н., проф.
К.С. Жадько _____
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу студента
Понзеля Сергія Сергійовича

1. Тема роботи: Забезпечення ефективності логістичної доставки зернових вантажів на прикладі залізничного та автомобільного видів транспорту
Керівник роботи: д.е.н., професор, завідувач кафедри Жадько К.С.
Затверджена наказом університету від « 19 » 11.2024 р. № 950кс .
2. Строк подання студентом роботи « 31 » 12 2024 р.
3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи магістра
 - 3.1 Статистичні дані з офіційного сайту Укрзалізниці, щодо обсягів перевезень.
 - 3.2 Визначити доцільність створення на вантажному дворі станції системи регулювання, що забезпечує збір і збереження інформації про місцезнаходження автомобілів на вантажних фронтах, стану вантажно-розвантажувальних механізмів та передачу команд водіям автомобілів метою підвищення ефективності взаємодії під час перевезення тарно-штучних вантажів.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, потрібних для опрацювання): аналіз стану перевезень зернових в Україні; проаналізувати теперішній стан перевезень вантажів різними видами транспорту; надати характеристику залізничній станції «Мукачєво» та процесу перевантаження вантажу; розглянути процес перевантаження зернових із залізничного транспорту на автомобільний; сформулювати схеми маршрутів для ефективного обслуговування споживачів у Закарпатській області.
5. Перелік графічного матеріалу:
Рисунки: 25, Таблиці: 33.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4	д.е.н., професор Жадько К.С.		

7. Дата видачі завдання « » листопада 2024 р.

Студент-магістр _____ С.С. Понзель

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра _____ К.С. Жадько

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ за/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання бібліографії та вивчення літературних джерел	20.11.24-30.11.24	виконано
2	Збір інформації до написання дипломної роботи	01.12.24 – 09.12.24	виконано
3	Написання першого розділу роботи	10.12.24 - 18.12.24	виконано
4	Написання другого розділу роботи	19.12.24-19.12.24	виконано
5	Написання третього розділу роботи	20.12.24 - 30.12.24	виконано
6	Написання четвертого розділу роботи	20.12.24 - 30.12.24	виконано
7	Написання вступу, висновків	25.12.24	виконано
8	Оформлення дипломної роботи	30.12.24	виконано
9	Рецензування	31.12.24	виконано

Студент _____

Керівник роботи _____

АНОТАЦІЯ

Понзель С.С. Забезпечення ефективності логістичної доставки зернових вантажів на прикладі залізничного та автомобільного видів транспорту.

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 076 Підприємництво та торгівля. Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота магістра присвячена питанню забезпечення ефективності логістичної доставки зернових вантажів на прикладі залізничного та автомобільного видів транспорту. Проведено дослідження сучасного стану перевезень вантажів різними видами транспорту на основі статистики та наукових джерел. Проаналізовано технологічну схему перевалки зернових на залізничній станції «Мукачєво». Проведено статистичне моделювання потоку прибуття вагонів на станцію та імітаційне моделювання у взаємодії залізничного та автомобільного транспорту.

SUMMARY

Ponzel S.S. Ensuring the efficiency of logistical delivery of grain cargoes using the example of rail and road modes of transport.

Master's qualification work for obtaining the "master's" degree in the specialty 076 Entrepreneurship and trade. University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The master's qualification work is devoted to the issue of ensuring the efficiency of the logistical delivery of grain cargoes using the example of rail and road modes of transport. A study of the current state of cargo transportation by various modes of transport was conducted on the basis of statistics and scientific sources. The technological scheme of grain transshipment at the railway station "Mukachevo" was analyzed. Statistical modeling of the flow of carriages arriving at the station and simulation modeling of the interaction of railway and road transport were carried out.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	9
1.1 Аналіз обсягів перевезень зернових вантажів в Україні.....	9
1.2 Статистична порівняльна характеристика перевезень вантажів залізничним та іншими видами транспорту	12
1.3 Аналіз доробок та актуальних напрямків вантажних перевезень на основі наукових джерел.....	16
2 РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ, ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕФЕКТИВНОЇ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ІЗ ВЗАЄМОДІЄЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ 20	
2.1 Постановка завдання магістерського дослідження	20
2.2 Загальна характеристика залізничної станції «Мукачево» та розробка фізичної моделі.....	21
2.3 Обґрунтування вибору транспортних засобів, що будуть взаємодіяти між собою	28
2.4 Аналіз технології перевантаження сипучих вантажів.....	33
2.5 Побудова математичної моделі	35
3 МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА СТАНЦІЇ «МУКАЧЕВО»	39
3.1 Обґрунтування параметрів вхідного потоку автомобілів.....	39
Розрахунок параметрів простою автомобілів та вагонів під вантажними операціями методом імітаційного моделювання	47
4 ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТУ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В ЗАКАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ	51

4.1 Розрахунок найкоротших відстаней та кластеризація пунктів	51
4.2 Аналіз перевезення з місця перевантаження до кожного кластеру за критерієм часу та відстані	62
4.3 Розрахунок місця розташування двох розподільчих центрів за	65
допомогою метода центру тяжіння вантажопотоків	65
4.4 Розрахуно місця розташування двох розподільчих центрів за допомогою метода пробної точки.....	67
4.5 Порівняльний аналіз вартості доставки, за допомогою критерія	69
транспортної роботи	69
4.6 Розробка транспортно-логістичної схеми доставки вантажів до споживачів	72
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79
ДОДАТКИ	83

ВСТУП

Залежно від виду вантажу, його обсягу, пунктів відправлення та призначення, вартості транспортування тощо перевезення вантажів може здійснюватися різними видами транспорту — залізничним, автомобільним, водним (річковим та морським), авіаційним, а певних видів вантажів — трубопровідним. Кожен вид транспорту внаслідок своїх техніко-технологічних організаційно-правових особливостей тяжіє обслуговувати відповідні сектори економіки.

Актуальність цієї магістерської роботи обумовлена вирішенням важливого практичного завдання — забезпечення ефективності логістичної доставки зернових вантажів на прикладі залізничного та автомобільного видів транспорту.

Мета кваліфікаційної роботи магістра: обґрунтування ефективних транспортно-логістичних процесів доставки зернових вантажів із взаємодією залізничного та автомобільного видів транспорту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- аналіз економічного стану перевезень зернових в регіоні;
- обґрунтування актуальності проблематики, на основі наукових статей та досліджень;
- транспортно-логістична характеристика зернових вантажів;
- аналіз обраних транспортних засобів;
- розроблення ефективної технологічної схеми перевалки зернових вантажів на залізничній станції «Мукачево»;
- аналіз надходження вагонів на станцію шляхом статистичного моделювання;
- імітаційна модель;

- вирішення задачі транспортно-ефективної схеми доставки, на основі логістичних методів;
- вирішення завдання маршрутизації в мережі на основі критерія мінімальної транспортної роботи.

Об'єкт дослідження – ефективна доставка вантажів до споживачів.

Предмет дослідження – забезпечення ефективних процесів доставки зернових вантажів із взаємодією залізничного і автомобільного транспорту.

Методи дослідження: графічно-аналітичний метод для обробки статистичних даних, логістичні методи центру тяжіння та пробної точки для визначення логістичного центру, методи статистичного та імітаційного моделювання для удосконалення взаємодії залізничного та автомобільного транспорту, розрахунково-аналітичний метод, метод кластерного аналізу.

Апробація: участь в Міжнародній науково-практичній конференції: «Наука про постіндустріальне суспільство: процеси глобалізації та трансформації».

1 ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Аналіз обсягів перевезень зернових вантажів в Україні

Основні зернові культури, вироблені в Україні – пшениця, кукурудза та ячмінь. Вони займають понад 95% усього виробництва зерна країни. Тренди перевезення зерна різними видами транспорту є досить актуальною тематикою для дослідження. Коли мова йде про логістику, потрібно забезпечити транспортування продукції. Обсяги перевезень зерна різними видами транспорту представлено у табл. 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Обсяги перевезень зерна різними видами транспорту (розроблено за [2])

Вид транспорту	Одиниці виміру	Період		
		2022 рік	2023 рік	Зростання, 2023 до 2022, %
Залізниця	Млн. т	20,1	25	24,4
Автотранспорт	Тис. т	4939	7219	46
В т.ч. міжнародне сполучення	Тис. т	49	39	-21
Море	Тис. т	118	265	124
В т.ч. внутрішнє сполучення	Тис. т	89	254	184
Зовнішнє сполучення	Тис. т	28	10	-65
Річки	Тис. т	72	93	28
В т.ч. внутрішнє сполучення	Тис. т	32	36	11
Зовнішнє сполучення	Тис. т	40	57	42

Основні обсяги перевезень зерна відбуваються залізницею. Залізниця займає найважливіше місце в перевезенні зерна до морських портів. За останні п'ять років частка залізничного транспорту становила близько 65% у загальному обсязі перевезення зерна, спрямованого на подальший експорт. Зернові бункери, що на серпень 2022 року становили 13 тис одиниць, складають 14% парку вантажних вагонів України. Проблемою є те, що зернові бункери дуже старі, середній вік – 28 років. Понад 29% зернових бункерів старше 30-річного нормативного періоду. В Україні є 47 установок для завантаження зерна, включаючи спеціалізовані зернові термінали та морські порти з перевалкою зерна; 23 установи для завантаження зерна розташовані на річках, 24 розташовані в морських портах. Орієнтовна щорічна вантажопідйомність установок для завантаження зерна досягає 45 млн т (хоча рекордно високий експорт зерна та олійних культур окремих років перевищує дані потужності). Основний експорт зерна проходить через морські порти України. Загальна потужність обладнання для завантаження морського зерна досягає 35 млн т. Більшість терміналів з морським зерном належать приватним компаніям. На відміну від річкових споруд, більшість морських терміналів надають послуги третім особам [3].

Україна має великий невикористаний потенціал для транспортування зерна річками. Головна річка України – Дніпро, пролягає якраз посеред території з півночі на південь, дельта Дніпра забезпечує зручний доступ до найбільших морських портів України. В даний час перевалка зерна річками не перевищує 1,5 млн.т. за сезон, тоді як потенційні поставки зерна річкою оцінюються в 10 млн т. Крім Дніпра, в Україні є кілька річок, придатних для судноплавства: Дунай, Південний Буг та Дністра. Річка Дніпро є основним водним маршрутом України, який потенційно міг би бути пов'язаний з транс-європейським водним маршрутом, що з'єднує Херсон з Гданськом. Довжина Дніпра від Києва до гирла річки становить 867 км. В українській частині Дніпра є 10 річкових портів. Наразі розвитком зернової логістики, а саме річкової, активно займається вітчизняна компанія Нібулон.

Щодо автомобільного транспорту, то не існує офіційного відокремлення вантажних автомобілів, які використовуються для перевезення зерна чи інших вантажів. Тому важко оцінити наявність послуг автомобільного транспорту в країні. Відповідно наявної основної статистики та доступних даних з різних інформаційних ресурсів можна окреслити сучасний стан та перспективи перевезення зерна автомобільним транспортом. В Україні, станом на 2020 рік понад 62 тисяч компаній надають послуги автомобільного транспорту, використовуючи понад 1,2 млн вантажних автомобілів, у тому числі 0,3 млн бортових вантажних автомобілів та 0,2 млн самоскидів [2]. Орієнтовний обсяг вантажів, що доставляються вантажними автомобілями, становить 160 млн.т. на рік. У табл. 1.2 представлені тарифи на перевезення зерна автотранспортом.

Таблиця 1.2 – Тарифи на перевезення зерна автотранспортом (розроблено за [2])

Відстань, км	Тариф, грн. т.км. без ПДВ, 2022 рік	Тариф, грн. т.км. без ПДВ, 2023 рік	Зміна, %
0-50	3,17	3,75	18,3
51-100	2,37	2,68	16
101-200	2,11	1,87	-11,4
201-300	1,62	1,48	-8,6

Мережа громадських автомобільних доріг України протяжністю 170 тис. км, у тому числі 166 тис. км твердих поверхневих доріг, об'єднує усі аграрні регіони. Більшість вантажних перевезень, включаючи зернові, відбуваються на вторинних дорогах (150 тис. км), які з'єднують виробничі зони сировини зі сховищами, залізничними станціями, річковими терміналами. Більшість доріг проходять через міста та села, де зосереджені транспортні засоби вантажовідправників. Проблемним питанням є руйнування дорожнього покриття багатьма перевізниками зерна через

недотримання технічних вимог до перевезень вантажів. Перевантаження вантажівками спричиняє серйозні проблеми дорожній інфраструктурі, але забезпечує гнучкість виробникам зерна, які потребують транспортних послуг. В Україні прийнято, що загальна вага завантаженого транспортного засобу перевищує дозволена 38 т на 40–55%.

Перевантажені вантажні автомобілі мають сильний негативний вплив на дорожню інфраструктуру. Коли перевірки виявляють перевантажені вантажні автомобілі, вони зазвичай вимагають неофіційних платежів, що спричиняє корупцію. Однак перевантажені вантажні машини забезпечують ряд переваг логістичним компаніям: дозволяє використовувати меншу кількість вантажівок, що важливо в пікові сезони, робить поставки зерна більше мобільними і знижує транспортні витрати, сприяє використанню вантажних автомобілів на більші відстані проти залізниці чи річки. Більш жорстке впровадження контролю над перевантаженням вантажних автомобілів призведе до дефіциту вантажних автомобілів, а також до збільшення попиту на зернові бункери. Однак це є необхідним. Слід відмітити, що залежно від розмірів товаровиробників, вони використовують різні умови доставки товарів, можуть використовувати різні види транспорту [4].

1.2 Статистична порівняльна характеристика перевезень вантажів залізничним та іншими видами транспорту

Залізничний транспорт - одна з важливих базових галузей економіки України, що забезпечує її внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки і потреби населення у перевезеннях. Діяльність залізничного транспорту як частини єдиної транспортної системи країни сприяє нормальному функціонуванню всіх галузей суспільного виробництва, соціальному й економічному розвитку та зміцненню обороноздатності держави, міжнародному співробітництву України.

Залізниці у взаємодії з іншими видами транспорту своєчасно і якісно здійснюють перевезення пасажирів і вантажів, забезпечують безпеку руху, розвивають сферу транспортного обслуговування народного господарства та населення.

До складу залізничного транспорту входять підприємства залізничного транспорту, що здійснюють перевезення пасажирів і вантажів, рухомий склад залізничного транспорту, залізничні шляхи сполучення, а також промислові, будівельні, торговельні та постачальницькі підприємства, навчальні заклади, технічні школи, дитячі дошкільні заклади, заклади охорони здоров'я, фізичної культури та спорту, культури, науково-дослідні, проектно-конструкторські організації, підприємства промислового залізничного транспорту та інші підприємства.

Залізничні перевезення вантажів – це один з найшвидших і безпечних способів переміщення вантажу на велику відстань [2]. Причому, чим більше відстань, тим економніша вартість маршруту. Протягом останніх десяти років обсяг перевезених усіма видами транспорту вантажів коливався у межах від 601 до майже 812 млн т, сягнувши максимуму у 2012 р., мінімуму у 2017 р. і завершивши 2022 р. на позначці 676 млн т (рис. 1.2). Безперечним лідером є залізничний транспорт, навіть з урахуванням зниження обсягів з пікових 468 у 2013 р до антирекорду 312,9 млн т у 2022 р.

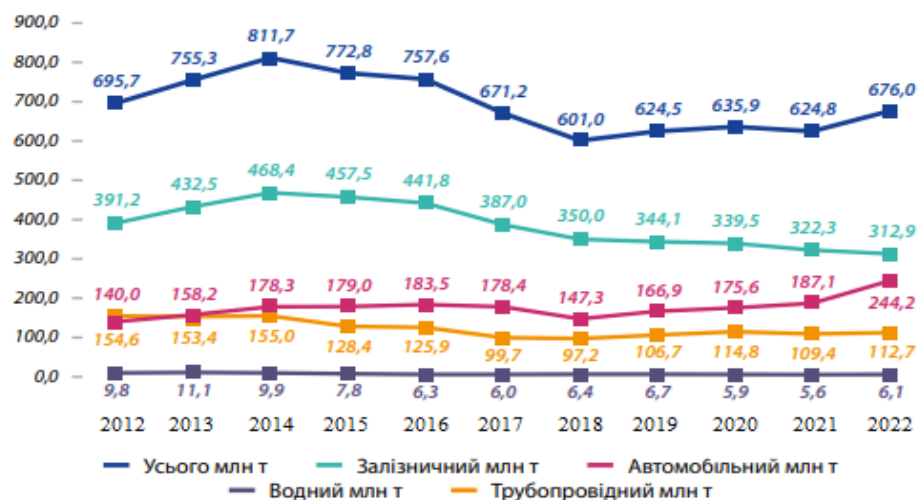


Рисунок 1.1 – Обсяг перевезень різними видами транспорту (розроблено за [3])

Статистичні показники свідчать, що залізничний транспорт і далі займає найбільшу частку, зокрема у 2012 — 2017 рр. вона складала 56-59%, у 2022 — понад 46%. При цьому слід пам'ятати, що це результат діяльності одного суб'єкта господарювання — АТ «Укрзалізниця».

У 2022 р. підприємствами транспорту України перевезено 676 млн т вантажів, що на 88,8% від обсягів 2021 р., зокрема, за видами транспорту у млн т: залізничний — 312,9 (51%), автомобільний — 244,2 (32%), водний — 6,1 (1%), трубопровідний — 112,7 (16%). Кожен вид транспорту внаслідок своїх техніко-технологічних організаційно-правових особливостей тяжіє обслуговувати відповідні сектори економіки. Найбільш залежними від залізничного транспорту є сільське господарство, металургійне виробництво, вугільна та хімічна промисловість, гірничо-металургійний комплекс.

Останні десять років загальний вантажообіг демонстрував кореляцію з обсягом перевезених усіма видами транспорту вантажів. Найбільшу частку склав залізничний транспорт (рис.1.2), далі трубопровідний, автомобільний, водний і авіаційний. Враховуючи специфіку транспортованих вантажів, а також мінімальні (менше 0,1%) показники авіаційного транспорту, вбачається доцільним у подальшому порівнювати три види транспорту, що конкурують між собою (залізничний, автомобільний та водний).

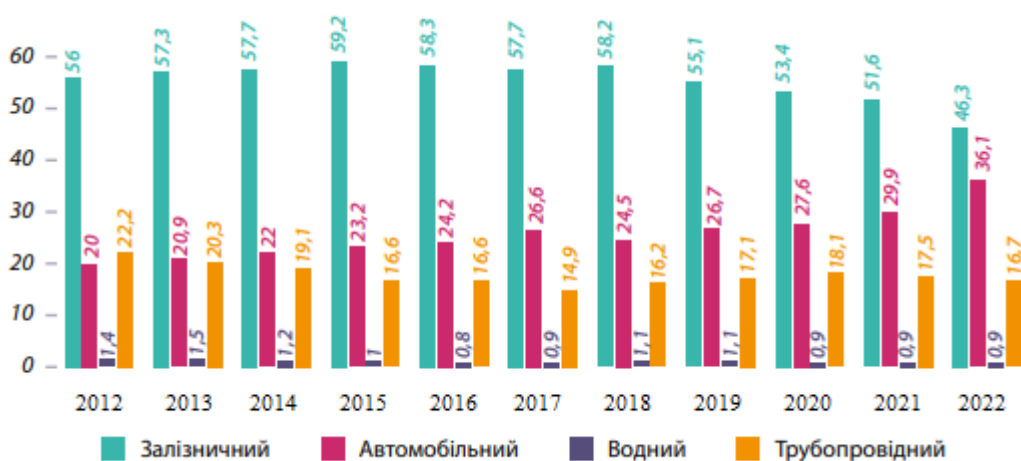


Рисунок 1.2 – Перевезення вантажу щорічно у відсотках (розроблено за [3])

Як зазначає Українська зернова асоціація в інформації, наданій АМКУ1, у 2023 р. залізницею перевезено близько 67% зерна, що експортується з України (насамперед зернові та олійні культури), автомобільним транспортом — близько 28%, водним — до 5%. Переорієнтація перевезень зернових вантажів на водні види транспорту відбувається досить повільно, оскільки це вимагає вкладення інвестицій у будівництво відповідних плавзасобів та інфраструктури. Ще однією перепорою для розвитку перевезень зернових вантажів водним транспортом є те, що велика кількість господарств чи елеваторів значно віддалені від річкових потужностей. Статистичні дані свідчать про збереження співвідношення в цілому у 2022 р. та першому півріччі 2023 р.

В окремих випадках, до передачі для транспортування залізницею, власник зерна повинен отримати спеціальні дозвільні документи. Законодавством, зокрема Статутом залізниць України та низкою спеціалізованих правил, встановлені окремі вимоги до транспортування в залежності від виду зерна, яке перевозиться, та його характеристик.

У випадку зараження зерна шкідниками, рослинними хворобами або бур'янами дезінсекція вагонів після перевезення зараженого зерна провадиться засобами і за рахунок одержувачів.

Міжнародне перевезення залізничним транспортом здійснюється згідно «Договору про користування вантажними вагонами в міжнародному сполученні» та доданим до нього правилами. Цими правилами, зокрема, регулюються процедури перестановки вагонів з більш широких колій української залізниці на вузькі колії залізниць ЄС, визначається перелік пунктів перестановки та інші правила, які потрібно враховувати, зокрема, при експорті української агропродукції залізничним транспортом [5].

1.3 Аналіз доробок та актуальних напрямків вантажних перевезень на основі наукових джерел

На сучасному етапі переходу до ринкових відносин виникає потреба прискореного розвитку виробничої інфраструктури, зокрема транспорту, що забезпечує надійне перевезення матеріальних ресурсів. В умовах конкурентної боротьби рівень попиту на транспортні послуги визначається якістю сервісу, оскільки його підвищення дозволяє збільшити ефективність виробництва і відповідно доходи колективів підприємств, що користуються такими послугами.

Головне завдання системи управління міжнародними транспортними операціями підприємства, як стверджує автор [6] є підвищення ефективності її функціонування за рахунок подальшої оптимізації її структури, широкого застосування сучасних організаційних форм і технологій, удосконалення правових норм і підвищення ролі керівних органів системи, які повніше відповідатимуть вимогам ринку послуг.

Ринок автотранспортних вантажних перевезень є досить перспективним для економік країн ЄС. Актуальність теми, на думку [7], зумовлена розвитком економіки ЄС та її багатогалузевої структури. Він характеризується високим рівнем попиту та пропозицій через збільшення кількості країн, котрі розвивають виробництво даного виду транспорту. Автомобільні перевезення є важливим видом економічної діяльності. Сектор автомобільних вантажних перевезень країн ЄС розвивався дуже динамічно. Це невід'ємна частина інфраструктури виробництва та суспільства.

На сьогоднішній день вантажоперевезення динамічно розвиваються сферою послуг [8]. Потреби у перевезеннях вантажів дедалі більше зростають з кожним днем. Як наслідок, зростає і конкуренція серед компаній, що займаються доставкою вантажів. Кожна така компанія намагається надати як можна більший спектр послуг за найменшу плату. При цьому перед замовником виникає ряд проблем, йому необхідно вибрати не лише фірму,

послугами якої він буде користуватися, а й вид транспорту, за допомогою якого буде здійснюватися вантажоперевезення. В даний час завдання планування вантажних перевезень стає все найактуальнішим для автотранспортних підприємств. Планування завантаження автомобілів та призначення ним маршруту та графіка доставки вантажу повинні виконувати автоматичні системи, а помилки у складанні завдань пов'язані з додатковими витратами. Витрати на транспортування вантажу часто можна порівняти з її собівартістю і становлять значну частку в кінцевій ціні продукції. Ці обставини зумовлюють актуальність проектування, розробки і впровадження програми для пошуку транспортних засобів для перевезення вантажів.

На думку [9] в умовах активізації участі України в процесі Євроінтеграції обумовлена потреба в зміцненні логістичного потенціалу країни, де залізниця відіграє провідну роль. Залізниця є основою економіки країни та забезпечує її життєздатність, стійкість та безпеку навіть у критичних ситуаціях. Залізниця екологічна, доступна, надійна, дешева, щороку «розумніша» та зараз трансформується в умовах лібералізації, дерегуляції та приватизації. Серед численних викликів для підприємств залізничного транспорту в контексті лібералізації ринку залізничних перевезень, до найбільш фундаментальних належить проблема їх конкурентоспроможності. Саме «спроможність витримувати конкурентний тиск і дію ринкових сил» є базовим критерієм здатності та основною метою в процесі інтеграції залізничного транспорту України в єдиний транспортний простір.

На думку даного автора [10], географічні особливості України визначають базову роль залізничного транспорту в перевезеннях вантажів. Українські залізниці є провідними в дорожньо-транспортному комплексі України і забезпечують 82 % вантажних перевезень, що здійснюються всіма видами транспорту. За обсягами вантажних перевезень залізниці України займають четверте місце на Євразійському континенті, поступаючись лише залізницям Китаю, Росії та Індії. Вантажонапруженість українських залізниць

(річний обсяг перевезень на 1 км) у 3-5 разів перевищує відповідний показник розвинених європейських країн. Дві третини українських залізничних ліній є вантажонапруженими. Вантажна робота на станціях України та перевезення вантажів у всіх видах сполучення здійснюється в безперебійному звичайному режимі, залізничний транспорт працює стабільно, забезпечуючи потреби національної економіки. Укрзалізниця забезпечує приймання транзитних вантажів до перевезення та їх збереження на шляху прямування.

У дисертаційному дослідженні [11] обґрунтовано доцільність уніфікації правових приписів щодо перевезення вантажів у прямому змішаному сполученні та створення правового підґрунтя, що забезпечить інтеграцію різних видів транспорту як складової європейської та світової транспортної системи шляхом прийняття закону про змішані (мультимодальні) перевезення та Правил перевезення вантажів у прямому змішаному сполученні. Аргументовано доцільність запровадження трирівневого правового регулювання перевезення вантажів у прямому змішаному сполученні.

У статті [12] представлено результати дослідження сучасного стану і тенденцій розвитку ринків вантажних і пасажирських перевезень, включаючи всі види транспорту за період 2000-2018 рр. Водночас виокремлено найбільш гострі проблеми, що перешкоджають більш ефективному розвитку ринків перевезень, які характеризуються тенденціями до скорочення обсягів роботи у зв'язку з низкою зовнішніх та внутрішніх організаційних, стратегічних та економіко-технологічних факторів, що склалися в Україні, основними серед яких були фінансово-економічна криза 2008 р. та військові дії на Сході України. Окреслені проблеми та тенденції було визначено на основі ґрунтовного аналізу статистичних показників та їх динаміки, що характеризують роботу транспорту України за видами з розподілом на вантажний і пасажирський ринки перевезень.

Розвиток перевезень вантажів та активізація надання послуг у міжнародному сполученні [13] (надалі МС), в тому числі маршрутами міжнародних транспортних коридорів (надалі МТК), посилює конкуренцію серед українських перевізників. Саме зростаюча конкуренція на ринку міжнародних автомобільних перевезень (надалі МАП) змушує проектноорієнтовані підприємства транспортної галузі шукати нові можливості для зниження транспортних витрат. Для транспортного забезпечення проектів перевезення вантажів (надалі ППВ), які реалізуються у конкурентному середовищі автотранспортних послуг, слід використовувати інструменти теорії управління проектами. При проектуванні різних видів проектів транспортного забезпечення (надалі ПТЗ), використовуючи елементи управління проектами, слід дотримуватися таких етапів як формулювання ідеї проекту, постановка цілей і задач, поетапна їх реалізація та створення продукту проекту (транспортної послуги - ТП).

2 РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ, ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕФЕКТИВНОЇ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ІЗ ВЗАЄМОДІЄЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

2.1 Постановка завдання магістерського дослідження

У загальному випадку процес доставки вантажів включає в себе перевезення як з участю різних видів транспорту, так і у межах одного виду транспорту з використанням різних видів сполучення. Отже, предметом взаємодії видів транспорту є розгляд відносин, які виникають при доставці вантажів різними видами транспорту або різними видами сполучень у межах одного виду транспорту. В межах цієї роботи, будуть розглянуті такі питання:

- аналіз стану перевезень зернових в регіоні;
- обґрунтування актуальності проблематики, на основі наукових статей та досліджень;
- надати транспортно-логістичну характеристику зернових вантажів;
- проаналізувати обрані транспортні засоби;
- шляхом моделювання розробити ефективну технологічну схему перевалки зернових вантажів на залізничній станції «Мукачево»;
- проаналізувати надходження вагонів на станцію шляхом статистичного моделювання;
- імітаційна модель;
- вирішити задачу транспортно-ефективної схеми доставки, на основі логістичних методів;
- вирішити завдання маршрутизації в мережі на основі критерія мінімальної транспортної роботи.

2.2 Загальна характеристика залізничної станції «Мукачево» та розробка фізичної моделі

Мука́чево — станція Ужгородської дирекції Львівської залізниці на дільниці Стрий — Батево. Розташована в однойменному місті Закарпатської області. Включає локомотивне депо, станції колій та сигналізації і зв'язку. На рис. 2.1 представлено план-схему станції «Мукачево» [14].



Рисунок 2.1 – План-схема станції «Мукачево» (розроблено за [16])

Станція відкрита у 1872 році. Через місто Мукачево проходить одна з найважливіших залізничних магістралей України. Так було і в період, коли місто належало до австрійської провінції Угорщини або пізніше, коли належало до Чехословаччини та (після Другої світової війни) до Радянського Союзу. Важливість цієї лінії підтверджується тим, що до її прокладання Угорщина не мала залізничного зв'язку з сусідньою Галичиною, яка тоді входила до Австро-Угорської монархії.

2.2.1 Міжнародне сполучення

У 2018 році, на місці мало-використовуваного тупика вантажної «станції перевалки», «Укрзалізниця» запланувала побудувати залізничну платформу, з метою приймання пасажирських поїздів колією європейського стандарту в Угорщину (Загонь, Будапешт), а потім до Словаччини (Кошиці) та у перспективі у Румунію (Сату-Маре).

У грудні 2018 року залізничне сполучення євроколією з Мукачево до Угорщини було відкрито, з використанням угорського рухомого складу. За 500 м від залізничного вокзалу станції Мукачево було побудовано окрему посадкову платформу для колії стандарту 1435 мм та впорядковано близько 40 км євроколії. Платформа «Мукачево-Західна» - нова пасажирська платформа отримала назву «Мукачево — Західна».

У перспективі — пряме залізничне сполучення європейською колією з іншими країнами Європейського Союзу. Новим поїздом до столиці Угорщини є можливість дістатися за 6 годин. 400-кілометровий маршрут пролягає через угорські міста Дебрецен та Ньїредьгаза. Рейковий автобус Кошиці — Мукачево перебуває в дорозі близько 4 годин і зупиняється лише на станціях Чоп та Черна-над-Тисою [15].

2.2.2 Сортувальний (перевантажувальний) парк станції «Мукачево»

В межах станції також знаходиться сортувальний (перевантажувальний) парк. Станція обслуговує 14 клієнтів, до яких, облаштовані під'їзні колії. Відбувається вивантаження таких вантажів – дизель, бензин, сипучі вантажі (пісок, щебінь, руда, сіль, зерно, кукурудза, жмихи), металопрокат, цемент. В табл. 2.1 представлений список клієнтів та під'їзних колій до них [16].

Таблиця 2.1 - Список клієнтів та під'їзних колій до них (розроблено за [16])

№ з/п	Назва підприємства (організації, підприємця або установи), для обслуговування якого призначається під'їзна колія	Приналежність	Місце примикання і межа під'їзної колії	Наявність запобіжних засобів для попередження виходу рухомого складу з під'їзної колії	Засоби сигналізації та зв'язку під час руху на під'їзній колії
1	2	3	4	5	6
1	ПАТ "Закарпатвтормет"	Залізниця	Стрілкою №132 до з'єднувальної колії №17 Пасажирського парку. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля ізостика маневрового світлофора М80	—	Маневровим порядком
2	ТОВ "Максі Енерджі"	Залізниця	Стрілкою №406 до технологічної колії №200 південної промзони. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля граничного стовпчика стрілки примикання №406	—	Маневровим порядком
3	ТзОВ "Ерко"	Залізниця	Стрілкою №410 до технологічної колії №200 південної промзони. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля граничного стовпчика стрілки примикання №410	—	Маневровим порядком
4	ТОВ "ЗАКАРПАТ-МЕТАЛ"	Власник під'їзної колії	Продовження під'їзної колії №4 ФОП Басараб В.В.. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", встановлений на відстані 15 м від воріт.	—	Маневровим порядком

№ з/п	Назва підприємства (організації, підприємця або установи), для обслуговування якого призначається під'їзна колія	Приналежність	Місце примикання і межа під'їзної колії	Наявність запобіжних засобів для попередження виходу рухомого складу з під'їзної колії	Засоби сигналізації та зв'язку під час руху на під'їзній колії
1	2	3	4	5	6
5	ТОВ "Карпатська сіль"	Власник під'їзної колії	Продовження під'їзної колії №4 ТОВ "ЗАКАРПАТ-МЕТАЛ". Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлений на відстані 115,475 м від воріт ФОП Басараб В.В.	—	Маневровим порядком
6	ТзДВ "Завод будівельної індустрії"	Власник під'їзної колії	Продовження ходової технологічної колії №200 південної промзони. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено напроти стиків рейок перед переїздом по вул.Крилова з боку станції	—	Маневровим порядком
7	ТОВ "ГРАНДТЕРМІНАЛ"	Власник під'їзної колії	Стрілкою №426 до під'їзної колії ТзДВ "Завод будівельної індустрії". Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля граничного стовпчика стр.№426	—	Маневровим порядком
8	ТОВ "ЗАКАРПАТТЯ АСФАЛЬТ"	Власник під'їзної колії	Стрілкою №450 до під'їзної колії №202 ТОВ "ГРАНДТЕРМІНАЛ". Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля стика рамної рейки стрілочного переводу №450	—	Маневровим порядком
9	ДП "Закар-	Власник	Продовження колії	—	Маневро-

№ з/п	Назва підприємства (організації, підприємця або установи), для обслуговування якого призначається під'їзна колія	Приналежність	Місце примикання і межа під'їзної колії	Наявність запобіжних засобів для попередження виходу рухомого складу з під'їзної колії	Засоби сигналізації та зв'язку під час руху на під'їзній колії
1	2	3	4	5	6
	патський об-лавтодор" Філія "Мукачівська ДЕД"	під'їзної колії	№1 під'їзної колії ТОВ "ЗАКАРПАТТЯ АС-ФАЛЬТ". Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено на відстані 304,2 метри від сти-ка рамних рейок стрілки №450		вим порядком
10	ТОВ "АГ-РОШЛЯХБУД-М"	Власник під'їзної колії	Продовження колії №1 під'їзної колії ДП "Закарпатський облавтодор" Філія "Мукачівська ДЕД". Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлений на відстані 444, 00 метри від сти-ка рамних рейок стрілки №450	—	Маневровим порядком
11	УАП ТОВ "Фішер-Мукачіво"	Власник під'їзної колії	Стрілкою №500 до під'їзної колії ПП ВТБ "Мирослава". Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено навпроти граничного стовпчика стр.№419	—	Маневровим порядком
12	ПП ВТБ "Мирослава"	Залізниця	Продовження колії №9 пасажирського парку. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля передніх стиків рамних рейок стр.№500 та на відстані 60 м від стиків	—	Маневровим порядком

№ з/п	Назва підприємства (організації, підприємця або установи), для обслуговування якого призначається під'їзна колія	Приналежність	Місце примикання і межа під'їзної колії	Наявність запобіжних засобів для попередження виходу рухомого складу з під'їзної колії	Засоби сигналізації та зв'язку під час руху на під'їзній колії
1	2	3	4	5	6
			рамних рейок стр.№500 в сторону стр.№165		
13	ТзДВ "Мукачівський пивоварний завод"	Залізниця	Стрілкою №9 до з'єднувальної колії №9 Пасажирського парку. Межа - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлено біля маневрового світлофора М17	—	Маневровим порядком
14	ТОВ "Закарпатінтерпорт"	Власник під'їзної колії	По колії 1435мм - стрілкою №169 до 110 колії Перевантажувального парку; по колії 1520мм - стр. №111 до Перевантажувального парку. Межа - по колії 1435 мм - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлений на відстані 45 м від вістря пера вістряка стрілки примикання №169; - по колії 1520 мм - сигнальний знак "Межа під'їзної колії", який встановлений на відстані 256 м від вістря пера вістряка стрілки примикання №111	—	Маневровим порядком

2.2.3 Фізична модель

Кластери можуть стати найбільш ефективними засобами регіональної політики, що стимулює ендogenous розвиток регіонів на основі використання місцевих умов і ресурсів. Однак сьогодні питання створення територіальних кластерів ще недостатньо науково розроблені, відсутні теоретико-методологічне обґрунтування, відповідні нормативно-правова та методична бази, що загострює актуальність дослідження даного напрямку [17].

Склад розміщення товару, тобто пункт перевантаження вантажу — знаходиться у місті Мукачево. Даний пункт обслуговує 18 магазинів, які знаходяться в Закарпатській області. Вони знаходяться в 6 районах, по 3 в кожному.

Кожен магазин має свої координати та певну потребу в товарі. В табл. 2.2 представлено вихідні дані для магістерської роботи.

Таблиця 2.2 — Координати пунктів доставки вантажу, та потреба в них [згідно до завдання]

Назва пункту доставки	Координата осі X, км	Координата осі Y, км	Потреба вантажу, кг
Мукачево	15	90	-
Берегівський район 1. Берегово 2. Виноградів 3. Королево	50	35	1143
	80	30	1085
	95	30	1210
Мукачівський район: 4. Мукачево 5. Свалява 6. Воловець	55	70	985
	80	80	1055
	95	100	1107
Рахівський район: 7. Рахів 8. Великий Бичків 9. Ясіня	185	15	1209
	155	5	1385
	200	30	1148

Назва пункту доставки	Координата осі X, км	Координата осі Y, км	Потреба вантажу, кг
Тячівський район: 10. Тячів 11. Буштино 12. Дубове	130	15	1189
	120	20	1232
	135	35	1392
Ужгородський район : 13. Ужгород 14. Перечин 15. Чоп	15	90	1089
	35	110	1282
	5	65	858
Хустський район: 16. Хуст 17. Іршава 18. Міжгір'я	110	35	1099
	80	50	1169
	125	75	995

2.3 Обґрунтування вибору транспортних засобів, що будуть взаємодіяти між собою

Взаємодія автомобільного транспорту, що здійснює перевезення, з іншими видами транспорту передбачає в більшості випадків перевантаження вантажів з одного виду транспорту на інший. Перевантаження по прямому варіанту може не передбачатися технологією виконання вантажних робіт, або бути недоцільним через неритмічність надходження вантажів різними видами транспорту та з метою зменшення простоїв рухомого складу під вантажними операціями. Прямий варіант перевантаження, або часткове перевантаження по прямому варіанту можливе при перевезенні з автомобільного транспорту на залізничний чи навпаки.

2.3.1 Залізничний транспорт

Перевезення зернових здійснюється насипом в спеціально обладнаних вагонах. Наприклад, жито, пшениця, овес, ячмінь, гречка, просо, кукурудза в зерні, насіння олійних та бобових культур, рис нерушений, зернові відходи та відходи переробки зерна, висівки, комбікорми, жом сушений, макуха, шрот перевозяться насипом у спеціалізованих вагонах для зерна (далі – вагони-зерновози).

Вагон-зерновоз (рис. 2.2 і рис 2.3), відповідно до класифікації вагонів може починатися на цифру 9 – інші вагони ЦТЛ, або цифру 5 – власні вагони підприємства. Даний вагон-зерновоз виглядає наступним чином:



Рисунок 2.2 – Вагон-зерновоз (розроблено за [18])

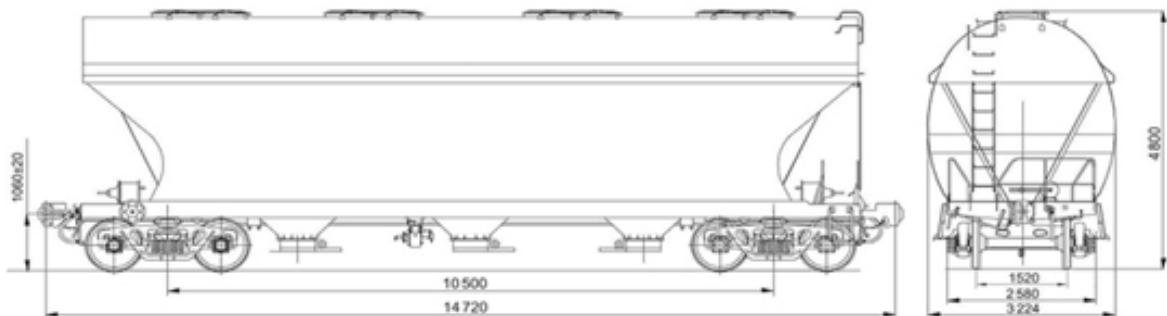


Рисунок 2.3 – Схема вагона-зерновоза (розроблено за [19])

Основні технічні характеристики вагона, представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Основні технічні характеристики вагона (розроблено за [19])

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Модель вагона - 19-7016-01	
Вантажопідйомність, не більше, т	70,2
Об'єм кузова, м ³	108
Маса тари, не більше, т	23,8
Розрахункове статичне навантаження від колісної пари на рейки , кН(тс)	230,5 (23,5)
База вагона, мм	10 500
Довжина вагона по осям автозчеплень, мм	14 720
Габарит по ДСТУ Б.В.2.3.-29	1-Т
Кількість люків:	
- завантажувальних	4
- розвантажувальних	3
Конструкційна швидкість, км/год	120
Міжремонтний пробіг, км	500 000
Строк служби, років	32

Для потрапляння на дах кузова на торцевій стороні і на рамі встановлені сходи. Перехідна площадка вагона забезпечена огородженням. Всі несучі елементи кузова виконані з низьколегованої сталі 09Г2Д, а обшивка зі сталі 10ХНДП-2.

2.3.2 Автомобільний транспорт

Автомобільний транспорт, вид транспорту, що здійснює перевезення вантажів і пасажирів по безрейкових шляхах. Основні сфери усе більше поширеного доцільного застосування автомобільного транспорту — розвіз і підвіз вантажів до магістральних видів транспорту. На далекі відстані автомобільний транспорт перевозить швидкопсувні, особливо коштовні, потребуючі швидкої доставки, незручні для перевантаження іншими видами транспорту вантажі. Нині без автомобільного транспорту неможлива діяльність жодної галузі господарства.

Для доставки вантажу до пунктів, було обрано найманий автомобільний транспорт МАЗ-6501С9-8525-000 (рис. 2.4 та рис. 2.5), вантажопідйомністю 19000 кг [20].

Вартість найму автомобіля — 300грн/год +12 грн/км.

Час завантаження 1 т — 10 хв.

Швидкість руху автомобілів — 75 км/год.



Рисунок 2.4 - МАЗ-6501С9-8525-000 (розроблено за [20])

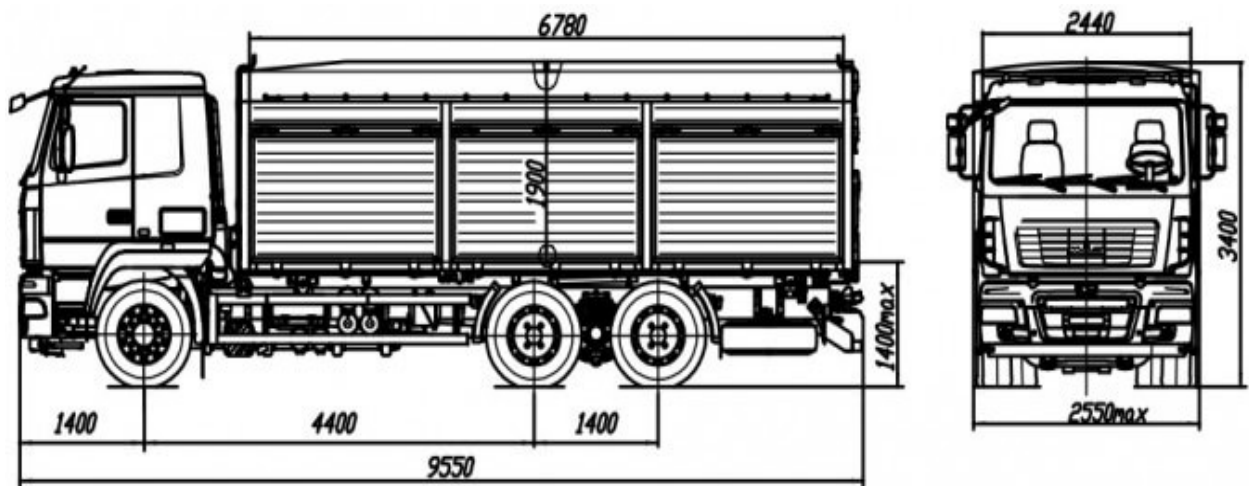


Рисунок 2.5 – Схема зерновоза МАЗ-6501С9-8525-000 (розроблено за [20])

В табл. 2.4 наведемо основні технічні характеристики тягача і причепа.

Таблиця 2.4 — Технічні характеристики зерновоза (розроблено за [20])

Загальні відомості	
Повна маса автомобіля, кг	33 500
Об`єм кузова, м ³	32
Модель двигуна	ЯМЗ-653.10 Euro-5
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	309 (419)
Максимальний крутний момент, Нм (кг см)	2000 (203,8)
Тип коробки передач	механічна
Коробка передач	ZF 16S2520TO
Паливний бак, л	700
Максимальна швидкість, км / год	75 (з обмеженням швидкості)
Платформа	Тентована, з механізмом згортання, з бічної двостороннім розвантаженням, бічні борти - трисекційні, кожна секція складається з нижнього борта з верхнім навішуванням та верхнім стаціонарним бортом.

Повна вага Volvo FH 13 у складі автопоїзда становить 60500 кг. Загальна маса навантаженого автомобіля дорівнює 33500 кг. При цьому навантаження на передню вісь становить 7500 кг, на задню вісь — 26000 кг.

2.4 Аналіз технології перевантаження сипучих вантажів

Для розвантаження вагон має шість бункерів по три з кожного боку з механізмами для відкривання і закривання розвантажувальних люків. Для полегшення висипання вантажу на бункерах передбачені пристрої для постановки вібраторів.

Люки закривають кришками (1690x660 мм) з гумовими ущільнювачами. Кожна кришка закривається двома пружними закидачками, які в закритому положенні заходять за захватні скоби, приварені до даху, і притискають кришку до горловини люка.

Для попередження самовільного виходу закидачок з захватних скоб, кришки обладнані механізмом запирання [21].

Завантаження вагонів даного типу здійснюється через чотири верхні щілинні люки [22]. Є три основні пристрої транспортування зерна на короткі відстані: конвеєр, елеватор (далі норія), та пневматичний навантажувач.

Гвинтові конвеєри (шнеки) — транспортери, призначені для закритого переміщення зернових культур в горизонтальному і нахиленому (до 60°) положеннях. Такі конвеєри застосовують там, де є необхідність транспортувати великі обсяги сипучих вантажів у межах одного технологічного циклу. Гвинтові конвеєри використовуються для транспортування сипких, дрібнокускових, пилоподібних, порошкових матеріалів (зазвичай на відстань до 60 м по горизонталі і до 15 м — по вертикалі і з продуктивністю — до 200 т/год).

Діаметр шнека 100-600 мм, частота обертання 10-120 об/хв. Недоцільно за допомогою шнеків переміщати липкі, високоабразивні, а

також речовини, що схильні до ущільнення. Гвинтові конвеєри можуть додатково використовуватись як живильники, дозатори чи змішувачі. Для змішування матеріалів використовують так звані диференційні шнеки, в яких гвинти двох суміжних шнеків обертаються у протилежних напрямках.

До позитивних властивостей шнеків відносяться:

- простота конструкції і нескладність технічного обслуговування;
- невеликі габаритні розміри у порівнянні з іншими транспортувальними пристроями (стрічковими і пластинчастими конвеєрами) однакової продуктивності;
- герметичність та здатність транспортування гарячих, пилоутворювальних та токсичних матеріалів);
- зручність проміжного розвантаження.

Розрізняють елеватори ковшові, поличні, люлькові. Конструкція елеватора включає тяговий орган (два ланцюги або стрічка), до яких прикріплені транспортної 15 посудини. Нескінченний тяговий орган огинає укріплені на металоконструкції приводні і натяжні зірочки або барабани. Завантаження посудин елеватора здійснюється в його нижній частині — черевіку, в який вантаж подається живильником або по похилому лотку.

Розвантажуються посудини при переході через верхньої зірочки або барабан. При цьому вантаж направляється в розвантажувальний патрубок і далі йде в бункер або інші транспортні засоби. Знаходять застосування збездводнюючі елеватори, в процесі підйому якими зволожених вантажів відбувається видалення води через отвори в ковшах.

Пневматичний навантажувач (пневмотранспортер, пневмоперевантажувач, пневмоконвеєр) – один із найбільш універсальних типів обладнання, що дає можливість дуже гнучко реагувати на зміни умов перевантаження та оперативно організувати різні технологічні лінії. Одна й та ж машина, може, з однаковим успіхом розвантажувати вагони та автомобілі, завантажувати судна та контейнери, працювати на складах та

причалах тощо. У різних сферах світової економіки навантажувачі пневматичного типу набули широкого поширення.

Оцінивши економічність та продуктивність різних видів механізмів транспортування, вітчизняні підприємці все частіше ухвалюють рішення купити пневмонавантажувач для оптимізації діяльності сільськогосподарських та вантажоперевальних підприємств.

Є два типи виробів, що відрізняються за принципом формування спрямованого повітряного потоку:

- Всмоктувально-нагнітальні агрегати виконують два завдання: всмоктування вантажу на початку транспортувальної траси та виштовхування на певну дистанцію на фініші. Завдяки комплексному підходу часто використовують на великих перевантажувальних станціях.

- Нагнітальні моделі виконують тільки виштовхувальну функцію. Вони відрізняються високою продуктивністю, можуть працювати від електроприводу або валу відбору потужності, підключеного до трактора. Набуло поширеного застосування у фермерських господарствах [22].

2.5 Побудова математичної моделі

Система масового обслуговування (СМО) - це система, яка обслуговує вимоги, що надходять до неї (заявки).

Вимоги (заявки) на обслуговування надходять через дискретні (постійні або випадкові) інтервали часу. Важливо знати закон розподілу вхідного потоку. Канали (прилади) необхідні для обслуговування цих заявок. Обслуговування триває деякий час, постійний або випадковий [23].

Випадковий характер потоку заявок та часу обслуговування призводить до того, що в деякі моменти часу на вході СМО може виникнути черга, в інші моменти – канали можуть бути недо-завантаженими або взагалі простоювати. Якщо у момент надходження заявки всі прилади зайняті, заявка

копіюється у комірку буфера і чекає там початку обслуговування. Заявки, що знаходяться в буфері, складають чергу на обслуговування.

Якщо всі комірки буфера зайняті, заявка отримує відмову обслуговуванні і втрачається. Процес роботи СМО представляє собою випадковий процес з дискретними станами та неперервним часом. Стан СМО змінюється стрибком в моменти реалізації подій (надходження нової або закінчення обслуговування вимоги, моменту, коли вимога, виходить з черги). З вимог, які вже обслуговані, формується вихідний потік. Кожна СМО, залежно від кількості каналів, їх продуктивності, характеру потоку заявок, має деяку пропускну здатність, яка дозволяє їй більш чи менш успішно справлятися з потоком вимог. Задача теорії масового обслуговування полягає в побудові моделей, які пов'язують задані умови роботи СМО з показниками ефективності системи, що описують її спроможність впоратися з потоком вимог. Під ефективністю обслуговуючої системи розуміють характеристику рівня виконання цією системою функцій, для яких вона призначена [24].

Для розрахунку параметрів вхідного потоку автомобілів використовують такі параметри:

1. Математичне очікування величини χ :

$$M(\chi) = \sum \chi_i P_i \quad (2.1)$$

2. Дисперсія величини χ :

$$D(\chi) = \sum (\chi_i - M(\chi))^2 P_i = M(\chi^2) - (M(\chi))^2 \quad (2.2)$$

3. Середньоквадратичне відхилення величини χ :

$$\sigma(\chi) = \sqrt{D(\chi)} \quad (2.3)$$

4. Коефіцієнт варіації величини χ :

$$K_v = \sigma(\chi) / M(\chi) \quad (2.4)$$

5. Інтенсивність вхідного потоку:

$$\lambda = 1 / M(\chi) \quad (2.5)$$

Традиційною технологією організації взаємодії автомобільного і залізничного транспорту на вантажних фронтах станцій не передбачається

можливість оперативного регулювання підведення автомобілів до секцій складів. Зв'язано це з відсутністю системи, що забезпечує збір, збереження і передачу інформації про стан вантажного фронту, тривалості вивантаження (навантаження) автомобілів. У результаті створюються ситуації, коли виникають простой автомобілів в одних вантажних фронтах, коли інші в цей час вільні. Устаткування вантажних дворів залізничних станцій такою системою дозволяє скоротити непродуктивні простой автомобілів, підвищити перероблювальну спроможність вантажних фронтів, скоротити простой вагонів, зменшити потреби в складських приміщеннях. Однак упровадження такої системи вимагає додаткових витрат, і тому доцільність переходу до нової технології повинна визначатися техніко-економічними розрахунками [25].

Доцільність введення нової системи регулювання (рішення про адресування автомобіля до вантажного фронту передається диспетчером за інформацією про стан вантажного фронту)

$$\mathcal{E}_a + E_n K_a \leq \Delta \mathcal{E} + E_n \Delta K_a, \quad (2.6)$$

де \mathcal{E}_a , K_a — експлуатаційні витрати і капітальні вкладення, необхідні для впровадження системи регулювання підведення автомобілів до вантажних фронтів; $\Delta \mathcal{E}$ — економія експлуатаційних витрат у системі «автомобільний транспорт — вантажний фронт — залізничний транспорт»; ΔK_a — капітальні вкладення в рухомий склад:

$$\Delta \mathcal{E} = 365 e_{a-z} \Delta T_a, \quad (2.7)$$

e_{a-z} -вартість 1 автомобіле-год; ΔT_a -скорочення простою автомобілів за добу в результаті регулювання підведення автомобілів.

Для розрахунку параметрів, що входять у формулу (2.6), необхідно установити простой автомобілів і вагонів під вантажними операціями при традиційній технології і впровадженні системи регулювання. При ймовірнісному характері транспортних процесів виконати це найбільше повно можливо методом імітаційного моделювання.

Встановимо спочатку випадковий характер потоку автомобілів, що

надходить на вантажні фронти.

Якщо інтенсивність потоку описується розподілом Пуассона, то інтервали між прибуваючими автомобілями описуються залежністю

$$P(I > I_a) = e^{-\lambda_a I_a} \quad \text{або} \quad P(I \leq I_a) = 1 - e^{-\lambda_a I_a}, \quad I_i = -\frac{1}{\lambda_a} \ln R_i, \quad (2.8)$$

де R_i — випадкові числа з рівномірним їхнім розподілом в інтервалі від 0 до 1 ; I_i - інтервал між послідовно прибуваючими автомобілями [26].

3 МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА СТАНЦІЇ «МУКАЧЕВО»

3.1 Обґрунтування параметрів вхідного потоку автомобілів

Інтервали (I) прибуття автомобілів мають різні значення, тому треба розглядати їх як випадкові величини. Визначення інтервалів прибуття і кількості автомобілів за одну годину зручно представити у вигляді таблиці (табл. 3.1). Треба скласти статистичний ряд інтервалів прибуття автомобілів. Для групування інтервалів треба визначити крок (інтервал) групування спостережень. Крок групування визначається за формулою:

$$\Delta I = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{1 + 3.2 \lg n} \quad (3.1)$$

де I_{\max} , I_{\min} - відповідно максимальний і мінімальний інтервал прибуття автомобілів; n - кількість інтервалів (n = 50).

Для нашого випадку: $I_{\max} = 152$ хв. $I_{\min} = 3$ хв.

$$\Delta I = \frac{152 - 3}{1 + 3,2 \lg 51} = 23 \text{ хв.}$$

Виконуємо групування інтервалів, у статистичний ряд з кроком $\Delta I = 23$ хв (табл. 3.1 і табл. 3.2).

Таблиця 3.1 – статистичний ряд інтервалів (розроблено автором)

№	Момент прибуття			Інтервал I (хв)	Кількість автомобілів за I год. (a)
	години	хвилини			
1	22	3	1323		4
2	22	20	1340	17	
3	22	43	1363	23	
4	22	52	1372	9	
5	23	24	1404	32	1
6	0	43	43	79	2
7	0	54	54	11	
8	1	7	67	13	2

Продовження табл. 3.1

№	Момент прибуття			Інтервал І (хв)	Кількість автомобілів за І год. (а)
	години	хвилини			
9	1	10	70	3	
10	2	21	141	71	3
11	2	45	165	24	
12	2	53	173	8	
13	4	12	252	79	5
14	4	23	263	11	
15	4	37	277	14	
16	4	46	286	9	
17	4	53	293	7	
18	6	13	373	80	2
19	6	21	381	8	
20	8	16	496	115	2
21	8	42	522	26	
22	9	24	564	42	3
23	9	44	584	20	
24	9	52	592	8	
25	10	11	611	19	2
26	10	24	624	13	
27	12	25	745	121	3
28	12	34	754	9	
29	12	43	763	9	
30	13	16	796	33	3
31	13	21	801	5	
32	13	44	824	23	
33	15	25	925	101	5
34	15	32	932	7	
15	15	44	944	12	
15	15	47	947	3	
15	15	54	954	7	
16	16	17	977	23	1
16	17	10	1030	53	1
17	19	23	1163	133	1
17	20	52	1252	89	1
18	23	24	1404	152	1
18	0	43	43	79	2
44	0	54	54	11	
45	1	7	67	13	2
46	1	10	70	3	

Продовження табл. 3.1

№	Момент прибуття		Інтервал I (хв)	Кількість автомобілів за I год. (а)
	години	хвилини		
47	2	21	141	71
48	2	45	165	24
49	2	53	173	8
50	4	12	252	79
51	5	21	321	69

Таблиця 3.2 (розроблено авто,ром)

№ роз- ряду	Межі розряду		Середнє значен- ня інтерва- лів, I	Кількість спостережень, n_i	P_i	$I_i P_i$	$I_i^2 P_i$	$h(I)$
1	3	26	14,5	31	0,62	8,99	130,36	0,026957
2	26	49	37,5	4	0,08	3	112,5	0,003478
3	49	72	60,5	4	0,08	4,84	292,82	0,003478
4	72	95	83,5	6	0,12	10,02	836,67	0,005217
5	95	118	106,5	2	0,04	4,26	453,69	0,001739
6	118	141	129,5	2	0,04	5,18	670,81	0,001739
7	141	164	152,5	1	0,02	3,05	465,13	0,00087
				50	1	39,34	2961,98	

Далі проведемо розрахунок параметрів розподілення інтервалів прибуття:

$$M[I] = \sum_{i=1}^c I_i P_i = 39,34(\text{хв});$$

$$M[I^2] = 2961,98(\text{хв});$$

$$D(I) = M[I^2] - M[I]^2 = 2961,98 - 39,34^2 = 1414,344$$

$$\sigma(I) = \sqrt{D[I]} = 37,608(\text{хв});$$

$$K_B = \frac{\sigma[I]}{M[I]} = 0,956$$

$$\lambda = 0,025 \text{ авт./хв.}$$

На основі розрахованих параметрів можна розрахувати параметр Ерланга K:

$$K = \frac{M(I)^2}{D(I)} \quad (3.2)$$

$$K = \frac{2961,98}{1414,344} = 1,0942$$

Приймаємо $K = 1$.

Побудуємо гістограми і функції розподілення інтервалів прибуття. Ордината гістограми визначається за формулою

$$h_i = P_i / \Delta I, \quad (3.3)$$

Припустимо, що розподілення інтервалів прибуття підпорядковується закону Ерланга. Диференційна функція закону Ерланга має вигляд:

$$f(I) = \frac{(k\lambda)^k}{(k-1)!} I^{k-1} e^{-k\lambda I}, \quad (3.4)$$

Для $k = 1$ функція приймає вигляд:

$$f(I) = \frac{\lambda}{0!} \cdot e^{-\lambda I} \quad (3.5)$$

Розрахунок $f(I)$ і $h(i)$ зручно представити у табличному вигляді (табл. 3.3)

Таблиця 3.3 - Розрахунок $f(I)$ і $h(i)$ (розроблено автором)

№ розряду	Права межа розряду	P_i	h_i	Обчислення $f(I)$				
				$\frac{(k\lambda)^k}{(k-1)!}$	I^{k-1}	$k\lambda I$	$e^{-k\lambda I}$	$f(I)$
1	26	0,62	0,026957	При $k=1$ $f(I) = \frac{(1\lambda)^1}{0!} I^0 e^{-\lambda I} = \lambda e^{-\lambda I}$	1	0,65	0,522046	0,013051
2	49	0,08	0,003478		1	1,225	0,293758	0,007344
3	72	0,08	0,003478		1	1,8	0,165299	0,004132
4	95	0,12	0,005217		1	2,375	0,093014	0,002325
5	118	0,04	0,001739		1	2,95	0,05234	0,001309
6	141	0,04	0,001739		1	3,525	0,029452	0,000736
7	164	0,02	0,00087		1	4,1	0,016573	0,000414

На засаді розрахунку будемо гістограму і функцію розподілення інтервалів прибуття автомобілів на сортувальну станцію (рис. 3.1).

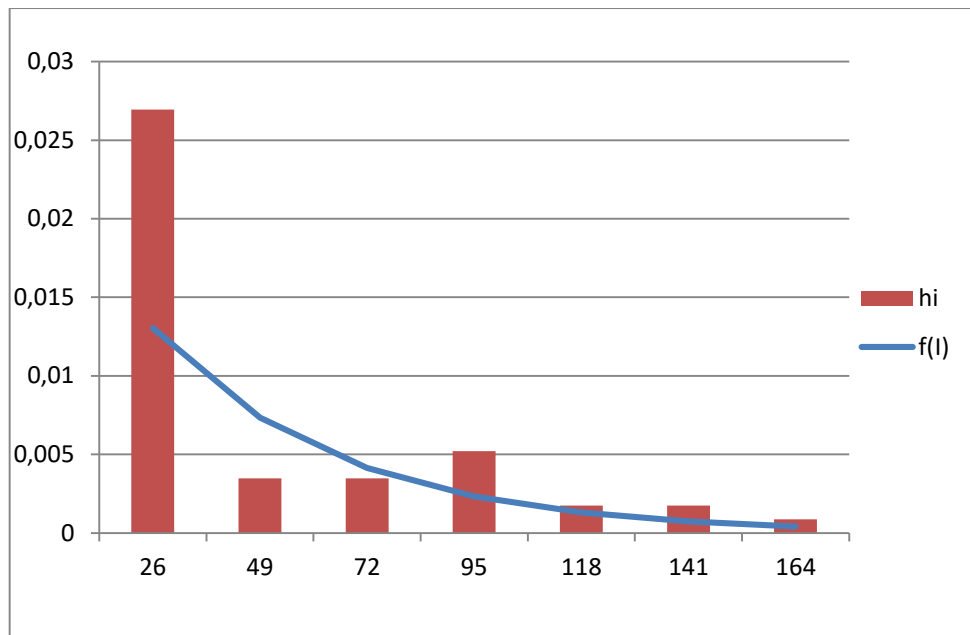


Рисунок 3.1 - Гістограма і функція розподілення інтервалів прибуття (розроблено автором)

Наступним кроком буде перевірка гіпотези про розподіл Ерланга інтервалів прибуття автомобілів по критерію згоди Пірсона

Для визначення міри розходження $\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n_i^*)^2}{n_i^*}$ необхідно знати ймовірності P_i^* попадання величини на кожний з інтервалів при обраному законі розподілу. Ймовірність попадання випадкової величини в інтервал визначається за формулою:

$$P(\alpha < X < \beta) = F(\beta) - F(\alpha) \quad (3.6)$$

Теоретична ймовірність P_i^* інтервалів визначеної величини в їх загальній сукупності дорівнює:

$$P_i^* = F(I_i) - F(I_{i-1}) \quad (3.7)$$

Інтегральна функція ерланговського розподілу для 2 має вид:

$$F(I) = (2\lambda I + 1)e^{-2\lambda I} \quad (3.8)$$

Обчислення зручно проводити в розрахунковій табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок ймовірностей (розроблено автором)

№	Права межа розподілу	$-\lambda I$	$e^{-\lambda I}$	$F(I)$	$P_i^* = F(I_i) - F(I_{i-1})$	$n_i^* = nP_i^*$
1	26	-0,65	0,522	0,478	0,477954	23,898
2	49	-1,225	0,2938	0,7062	0,228288	11,414
3	72	-1,8	0,1653	0,8347	0,128459	6,423
4	95	-2,375	0,093	0,907	0,072285	3,6143
5	118	-2,95	0,0523	0,9477	0,040674	2,0337
6	141	-3,525	0,0295	0,9705	0,022888	1,1444
7	164	-4,1	0,0166	0,9834	0,012879	0,644

Складаємо табл. 3.5, з якої знайдемо спостережені значення критерію χ^2 :

Таблиця 3.5 – спостережені значення критерію χ^2 (розроблено автором)

№	n_i	n_i^*	$(n_i - n_i^*)$	$(n_i - n_i^*)^2$	$\frac{(n_i - n_i^*)^2}{n_i^*}$
1	31	23,898	7,1023	50,443	2,1108
2	4	11,414	-7,414	54,973	4,8161
3	4	6,423	-2,423	5,8707	0,914
4	6	3,6143	2,3858	5,6918	1,5748
5	2	2,0337	-0,034	0,0011	0,0006
6	2	1,1444	0,8556	0,7321	0,6397
7	1	0,644	0,356	0,1268	0,1969
Σ	50			$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n_i^*)^2}{n_i^*}$	10,253

За таблицею критичних точок $\chi_{\text{спост.}}^2$ рівню значущості $\alpha=0,05$ і числу степенів волі $r=s-2$ (s – число розряду) знаходимо критичну точку правосторонню критичної області $\chi_{\text{кр}}^2=11,07$, бо число ступенів свободи 11. Так як $\chi_{\text{спост.}}^2 < \chi_{\text{кр}}^2$ ($10,253 > 11,07$), то нема підстави відкидати гіпотезу про

ерланговський закон розподілу вхідного потоку автомобілів на станцію, інакше емпіричні і теоретичні частоти розрізняються випадково (незначно).

Складаємо статистичний ряд розподілення величини a – кількості автомобілів за годину.

Величина a є випадковою до того ж дискретного типу:

$$M(a) = \sum a_i P_i \quad (3.9)$$

$$M(a^2) = \sum a_i^2 P_i \quad (3.10)$$

$$D(a) = M(a^2) - (M(a))^2 \quad (3.11)$$

$$\sigma(a) = \sqrt{D(a)} \quad (3.12)$$

Розрахунок приведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок статистичних рядів (розроблено автором)

№	a_i	n_i	P_i	$M(a)$	$M(a^2)$
1	0	9	0,28125	0	0
2	1	8	0,25	0,25	0,25
3	2	7	0,21875	0,4375	0,875
4	3	5	0,15625	0,46875	1,40625
5	4	1	0,03125	0,125	0,5
6	5	2	0,0625	0,3125	1,5625
	Σ	32	1	1,59375	4,59375

Параметри розподілення величини a такі:

$$M(a) = \sum a_i P_i = 1,593 \text{ автомобілів}$$

$$M(a^2) = \sum a_i^2 P_i = 4,593 \text{ автомобілів}$$

$$D(a) = M(a^2) - (M(a))^2 = 2,05 \text{ автомобілів}$$

$$\sigma(a) = \sqrt{D(a)} = 1,432 \text{ автомобілів}$$

Наступний крок, побудова графіків статистичного розподілу величини автомобілів і функцій їх розподілу.

При аналізі багатьох випадкових дискретних процесів використовують розподіл Пуассона, і ми зробимо припущення, що потік автомобілів підпорядкований Пуассонівському розподілу. Імовірність того, що в

одиницю часу (t) відбудеться рівно **a** випадків визначається за формулою:

$$P(a) = \frac{(\lambda t)^a}{a!} e^{-\lambda t}, \quad (3.13)$$

Оскільки t=1 година, маємо:

$$P(a) = \frac{\lambda^a}{a!} e^{-\lambda} \quad (3.14)$$

де λ - середня кількість випадків за одиницю часу.

$\lambda = M(a) = 1,5$ поїзда/год.

Визначимо по закону Пуассона розподіл ймовірностей. Розрахунок зведемо у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – розподіл ймовірностей по закону Пуассона (розроблено автором)

№	a	λ^a	$a!$	$e^{-\lambda}$	$P(a)$
1	0	1	1	0,2032	0,20316232
2	1	1,59	1	0,2032	0,32302809
3	2	2,54	2	0,2032	0,25801615
4	3	4,05	6	0,2032	0,13713457
5	4	6,45	24	0,2032	0,05459987
6	5	10,28	120	0,2032	0,01740424

На основі даних, розрахованих у табл. 3.6 і табл. 3.7 будемо імовірнісну ($P(a)$) і статистичну (P_i) криві (рис. 3.2).

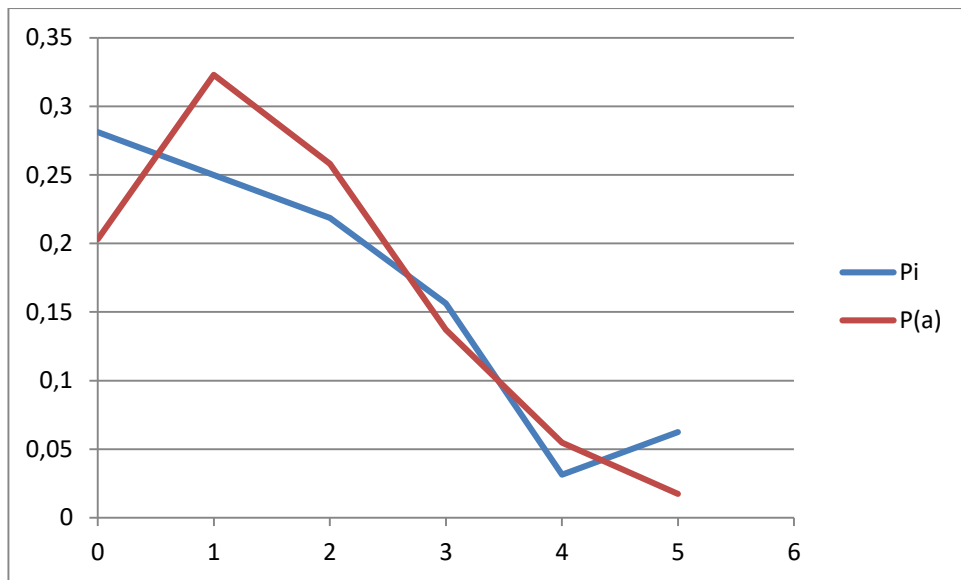


Рисунок 3.2 – Графіки імовірнісної ($P(a)$) і статистичної (P_i) кривих (розроблено автором)

Проаналізувавши графіки статистичної і імовірнісної кривих можна зробити висновок, що вхідний потік автомобілів які прибувають за годину на станцію може бути описано законом Пуассона.

Розрахунок параметрів простою автомобілів та вагонів під вантажними операціями методом імітаційного моделювання

Визначити доцільність створення на вантажному дворі станції системи регулювання, що забезпечує збір і збереження інформації про місцезнаходження автомобілів на вантажних фронтах, стану вантажно-розвантажувальних механізмів і прийняття рішень про їхнє використання та передачу команд водіям автомобілів з метою підвищення ефективності взаємодії автомобільного та залізничного видів транспорту під час перевезення тарно-штучних вантажів. Відвантаження вантажів здійснюється двома бригадами з двох секцій ангарного складу. Автомобільний транспорт працює протягом 8 год. У процесі статистичного дослідження було встановлено, що прибуття автомобілів на вантажний двір носить випадковий характер і описується законом Пуассона з інтенсивністю $\lambda_a=2,9$ авто/год..

Коливання тривалості обслуговування автомобіля в секції складу описується нормальним законом розподілу з параметрами: математичне очікування $t_0=26$ хв., середнє квадратичне відхилення $\sigma_0=4,5$ хв.

Капітальні вкладення, необхідні для впровадження системи регулювання, 5000у.г.о., додаткові річні експлуатаційні витрати, зв'язані з її експлуатацією, 4000у.г.о.

Тепер моделювання інтервалів між автомобілями здійснимо в наступній послідовності.

1. Витягнемо довільно з додатка R рівномірно розподілених на інтервалі 0—1 випадкових чисел. Кількість імітацій інтервалів

$$R \geq \frac{x^2}{4\varepsilon^2} \quad (3.15)$$

де x — величина, що береться з таблиці значень інтеграла імовірностей у залежності від значення P : $x=1,96$ -при $P=0,95$;

ε — припустима помилка.

2. Використовуючи вираз і витягнуті випадкові числа, установимо інтервали між автомобілями. Наприклад, інтервал між першим і другим автомобілями

$$I_{12} = \left(-\frac{1}{2,9} \ln 0,17999 \right) 60 = 54 \text{ хв.}$$

$$I_{23} = -\frac{60}{2,65} \ln 0,1526462 = 49 \text{ хв}$$

$$I_{34} = -\frac{60}{2,65} \ln 0,16889954 = 46 \text{ хв.}$$

Тривалість вантажної операції установимо, використовуючи довільно витягнуті з додатка 4 нормальні випадкові відхилення. Так, перший автомобіль буде обслуговуватися протягом $t_1 = 24 - 0,308 \cdot 6 = 28$ хвилин; другий автомобіль — $t_2 = 24 - 0,768 \cdot 6 = 30$ хвилин і т.д. (Додаток Б).

В умовах задачі відзначалося, що водій вибирає секцію складу випадково. Моделювання процесу вибору секції складу здійснюється за

допомогою таблиці випадкових чисел (додаток). Якщо на складі дві секції і випадкове число попадає в інтервал від 0 до 0,5, то автомобіль направляється до першої секції, якщо в інтервал від 0,5 до 1,0, то — до другого.

Аналогічно моделюється і структура парку автомобілів, що здійснюють вивіз (завезення) вантажів зі станції. При регульованому підведенні автомобілів кожен наступний автомобіль надходить до того вантажного фронту, що вільний від обслуговування, або до того, де обслуговування автомобіля закінчиться раніше інших.

За даними Додатку 1 будується тимчасова епюра заняття вантажних фронтів після виконання r імітацій і підраховується простій автомобілів при різних дисциплінах вибору вантажного фронту. Фрагмент епюри показаний в додатку.

При різній дисципліні вибору водієм складу і нормальному розподілі коливань тривалості вантажної операції за результатами моделювання отримані результати, що приведені в табл. 3.8.

Аналіз даних табл. 3.8. дозволяє зробити наступні висновки:

1. Мінімальний простій автомобіля забезпечує оптимальне регулювання їхнього підведення до вантажних фронтів.
2. Друга по ефективності процедура регулювання – почергове проходження прибуваючих автомобілів до секцій складу.

Використовуючи дані та прийнявши собівартість 2 автомобіль-година рівної 4,5 у.о., річна економія експлуатаційних витрат у системі «автомобільний транспорт — вантажний фронт -залізничний транспорт» при оптимальному регулюванні підведення автомобілів складе

$$\Delta \mathcal{E} = 365 \cdot 4,5 \cdot 2,9 \cdot 8 \left(\frac{144 - 31}{60} \right) = 71776,30.$$

У результаті скорочення простою автомобілів у вантажних фронтів віддаляються капітальні вкладення на придбання автомобілів:

$$\Delta K_a = \frac{\Delta \Sigma M H}{t_p} C_a,$$

$\Delta\Sigma MN$ — добова економія, автомобіле-година;

t_p — середня тривалість роботи автомобіля протягом доби, год;

C_a — вартість автомобіля, у.о. ; наприклад, для автомобіля ЗІЛ-130

$C_a = 3328$ у.о.

Економія капітальних вкладень на придбання автомобілів

$$\Delta K_a = \frac{3328 \cdot 2,9 \cdot 8(144 - 31)}{60 \cdot 12} = 12117,62.$$

Підставляючи розрахункові дані у формулу, знаходимо
 $4000 + 0,125 \cdot 5000 < 71776,30 + 0,125 \cdot 12117,62$
 $4625 < 73281$

Таблиця 3.8 – розрахунок (розроблено автором)

Дисципліна вибору складу	Число обслугованих автомобілів, шт.	Тривалість очікування на обслуговування, хв
Випадковий вибір	292	144
Почерговий вибір	292	37
Оптимальне регулювання	292	31

Таким чином, організація оптимальної системи регулювання підведення автомобілів до вантажних фронтів дозволяє одержати річну економію в розмірі $4919,69 - 4625 = 294,69$ у.о. Досить ефективною є процедура регульованого підведення автомобілів. На даному вантажному фронті її впровадження не вимагає додаткових капітальних і експлуатаційних витрат. Підхід автомобілів до секцій складу може регулювати диспетчер.

$$\Delta \mathcal{E} = 365 \cdot 8 \cdot 4,5 \cdot 2,9 \left(\frac{144 - 31}{60} \right) + 0,125 \cdot 2,9 \frac{8 \cdot 3328(144 - 31)}{60 \cdot 12} = 69390 \text{ у.г.о.}$$

4 ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТУ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В ЗАКАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

4.1 Розрахунок найкоротших відстаней та кластеризація пунктів

Тепер представимо графічно точки розташування пунктів доставки на карті Закарпатської області (рис. 4.1):

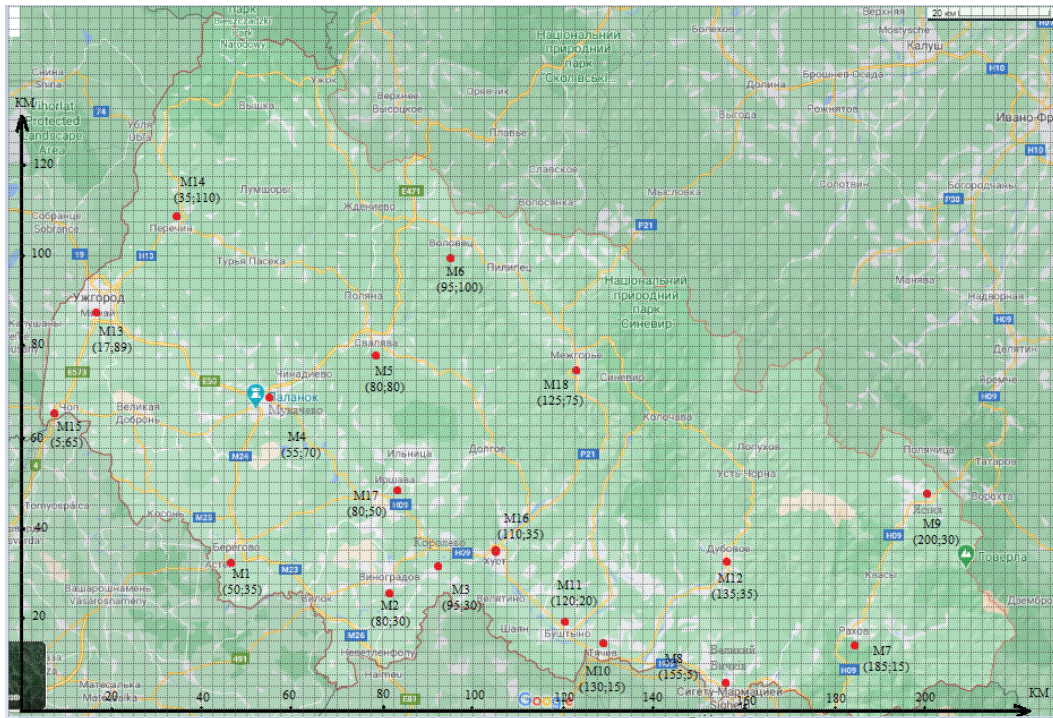


Рисунок 4.1 — Точки доставки на координатах [розроблено автором]

Нанесемо точки пунктів доставки вантажу по районах і представимо на рисунках. Проведемо кластеризацію пунктів доставки за принципом “найближчого сусіда” (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 — Дані кластеризації [розроблено автором]

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
x	50	80	95	55	80	95	185	155	200	130	120	135	15	35	5	110	80	125
y	35	30	30	75	80	100	15	5	30	15	20	35	90	110	65	35	50	75

Скористаємось агломеративним ієрархічним алгоритмом класифікації.

В якості відстані між об'єктами візьмемо звичайну евклідову відстань. Тоді згідно формули:

$$p(x_{ij}) = \sqrt{\sum(x_{ij} - y_{ij})^2} \quad (4.1)$$

де l - признаки; k - кількість при знаків

$$p(x_{1,2}) = \sqrt{(50 - 80)^2 + (35 - 30)^2} = 30.41 \text{ км.}$$

$$p(x_{1,3}) = \sqrt{(50 - 95)^2 + (35 - 30)^2} = 45.28 \text{ км.}$$

$$p(x_{1,4}) = \sqrt{(50 - 55)^2 + (35 - 75)^2} = 40.312 \text{ км.}$$

Отримані дані записуємо в матрицю відстаней (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 — Матриця відстаней, км [розроблено автором]

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	30	45	40	54	79	136	109	150	82	71	85	65	76	54	60	33	85
2	30	0	15	51	50	71	106	79	120	52	41	55	88	92	83	30	20	64
3	45	15	0	60	52	70	91	65	105	38	27	40	100	100	97	16	25	54
4	40	51	60	0	25	47	143	122	152	96	85	89	43	40	51	68	35	70
5	54	50	52	25	0	34	123	106	130	82	72	71	66	54	76	54	30	45
6	79	71	70	47	34	0	123	112	126	91	84	76	80	61	96	67	52	39
7	136	106	91	143	123	123	0	32	21	55	65	54	186	176	187	78	110	85
8	109	79	65	122	106	112	32	0	51	27	38	36	164	160	162	54	87	76
9	150	120	105	152	130	126	21	51	0	72	80	65	195	183	198	90	122	87
10	82	52	38	96	82	91	55	27	72	0	11	21	137	134	195	28	61	60
11	71	41	27	85	72	84	65	38	80	11	0	21	126	124	123	18	50	55
12	85	55	40	89	71	76	54	36	65	21	21	0	132	125	133	25	57	41
13	65	88	100	43	66	80	186	164	195	137	126	132	0	28	27	110	76	111
14	76	92	100	40	54	61	176	160	183	134	124	125	28	0	54	106	75	96
15	54	83	97	51	76	96	187	162	198	195	123	133	27	54	0	109	76	120
16	60	30	16	68	54	67	78	54	90	28	18	25	110	106	109	0	34	43
17	33	20	25	35	30	52	110	87	122	61	50	57	76	75	76	34	0	51
18	85	64	54	70	45	39	85	76	87	60	55	41	111	96	120	43	51	0

З матриці відстаней впливає, що об'єкти 1, 2 і 3 найбільш близькі
 $P_{1,2,3} = 22$ та 11 і тому об'єднуємо їх в один кластер (табл. 4.3 — табл 4.9).

Таблиця 4.3 — Матриця відстаней Берегівського кластеру (кластер 1), км
 [розроблено автором]

№ п/п	[1,2,3]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
[1,2,3]	0	40	54	79	136	109	150	82	71	85	65	76	54	60	33	85
4	40	0	25	47	143	122	152	96	85	89	43	40	51	68	35	70
5	54	25	0	34	123	106	130	82	72	71	66	54	76	54	30	45
6	79	47	34	0	123	112	126	91	84	76	80	61	96	67	52	39
7	136	143	123	123	0	32	21	55	65	54	186	176	187	78	110	85
8	109	122	106	112	32	0	51	27	38	36	164	160	162	54	87	76
9	150	152	130	126	21	51	0	72	80	65	195	183	198	90	122	87
10	82	96	82	91	55	27	72	0	11	21	137	134	195	28	61	60
11	71	85	72	84	65	38	80	11	0	21	126	124	123	18	50	55
12	85	89	71	76	54	36	65	21	21	0	132	125	133	25	57	41
13	65	43	66	80	186	164	195	137	126	132	0	28	27	110	76	111
14	76	40	54	61	176	160	183	134	124	125	28	0	54	106	75	96
15	54	51	76	96	187	162	198	195	123	133	27	54	0	109	76	120
16	60	68	54	67	78	54	90	28	18	25	110	106	109	0	34	43
17	33	35	30	52	110	87	122	61	50	57	76	75	76	34	0	51
18	85	70	45	39	85	76	87	60	55	41	111	96	120	43	51	0

Представимо графічно Берегівський кластер (рис. 4.2):

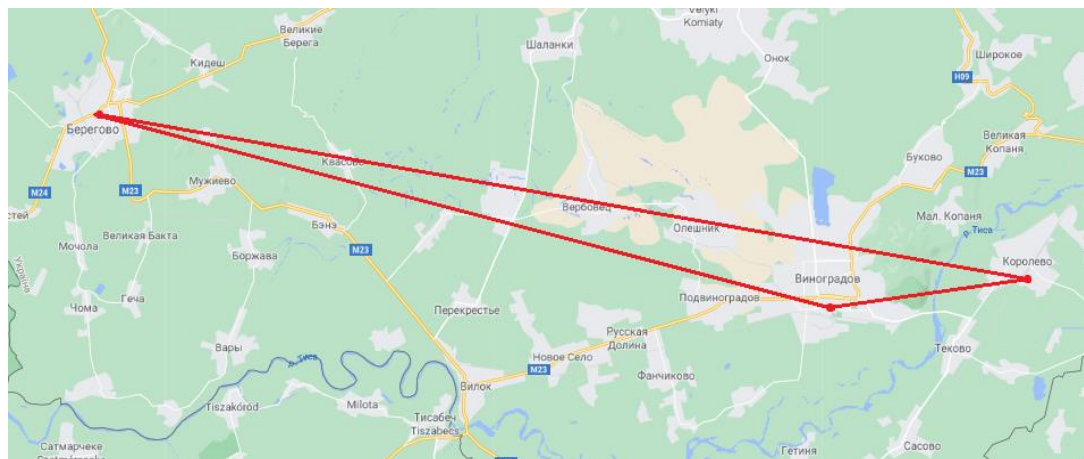


Рисунок 4.2 — Берегівський кластер [розроблено автором]

Таблиця 4.4 — Матриця відстаней Мукачівського кластеру (кластер 2), км
[розроблено автором]

№ п/п	[1,2,3]	[4,5,6]	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
[1,2,3]	0	40	136	109	150	82	71	85	65	76	54	60	33	85
[4,5,6]	40	0	143	122	152	96	85	89	43	40	51	68	35	70
7	136	143	0	32	21	55	65	54	186	176	187	78	110	85
8	109	122	32	0	51	27	38	36	164	160	162	54	87	76
9	150	152	21	51	0	72	80	65	195	183	198	90	122	87
10	82	96	55	27	72	0	11	21	137	134	195	28	61	60
11	71	85	65	38	80	11	0	21	126	124	123	18	50	55
12	85	89	54	36	65	21	21	0	132	125	133	25	57	41
13	65	43	186	164	195	137	126	132	0	28	27	110	76	111
14	76	40	176	160	183	134	124	125	28	0	54	106	75	96
15	54	51	187	162	198	195	123	133	27	54	0	109	76	120
16	60	68	78	54	90	28	18	25	110	106	109	0	34	43
17	33	35	110	87	122	61	50	57	76	75	76	34	0	51
18	85	70	85	76	87	60	55	41	111	96	120	43	51	0

Представимо графічно Мукачівський кластер (рис. 4.3):

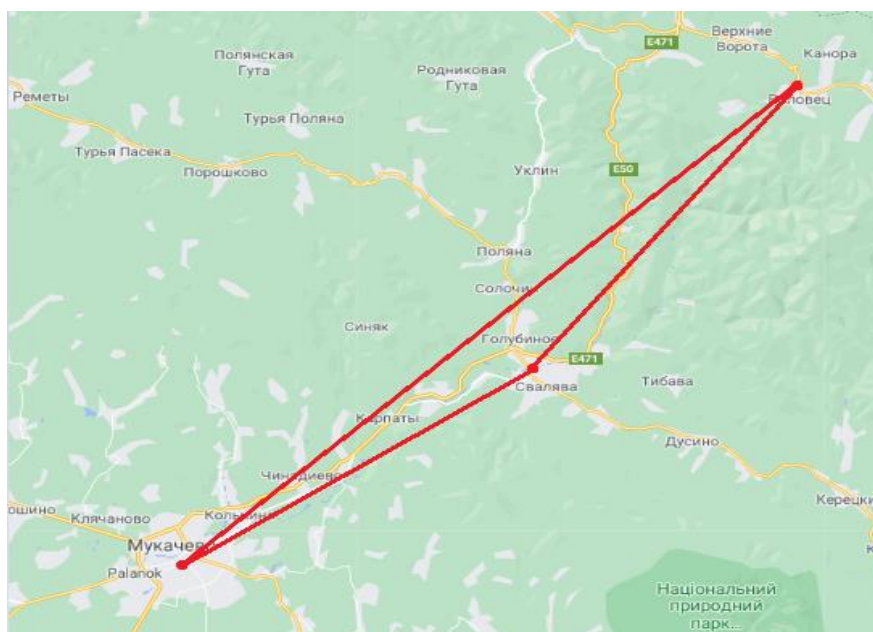


Рисунок 4.3 — Мукачівський кластер [розроблено автором]

Таблиця 4.5 — Матриця відстаней Рахівського кластеру (кластер 3), км
[розроблено автором]

№ п/п	[1,2,3]	[4,5,6]	[7,8,9]	10	11	12	13	14	15	16	17	18
[1,2,3]	0	40	109	82	71	85	65	76	54	60	33	85
[4,5,6]	40	0	122	96	85	89	43	40	51	68	35	70
[7,8,9]	109	122	0	27	38	36	164	160	162	54	87	76
10	82	96	27	0	11	21	137	134	195	28	61	60
11	71	85	38	11	0	21	126	124	123	18	50	55
12	85	89	36	21	21	0	132	125	133	25	57	41
13	65	43	164	137	126	132	0	28	27	110	76	111
14	76	40	160	134	124	125	28	0	54	106	75	96
15	54	51	162	195	123	133	27	54	0	109	76	120
16	60	68	54	28	18	25	110	106	109	0	34	43
17	33	35	87	61	50	57	76	75	76	34	0	51
18	85	70	76	60	55	41	111	96	120	43	51	0

Представимо графічно Рахівський кластер (рис. 4.4):

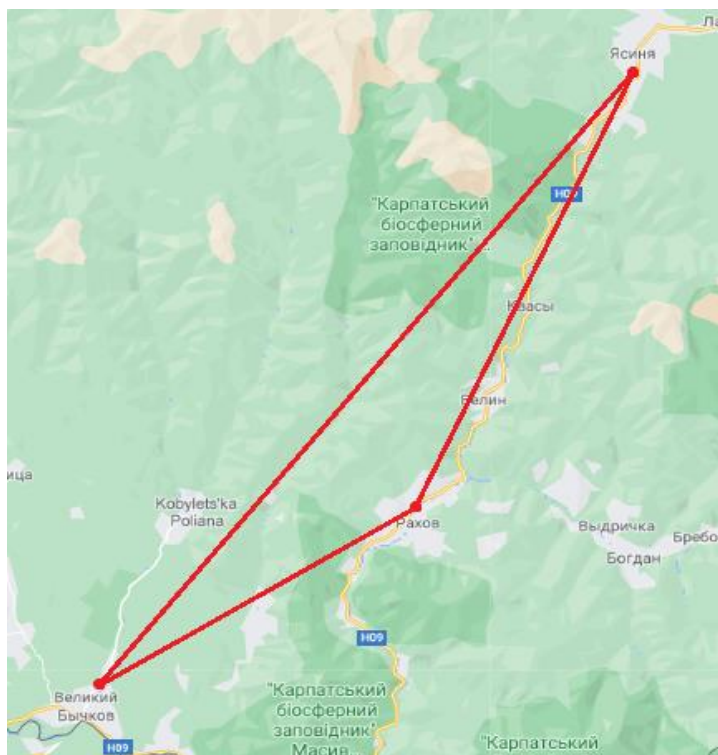


Рисунок 4.4 — Рахівський кластер [розроблено автором]

Таблиця 4.6 — Матриця відстаней Тячівського кластеру (кластер 4), км
[розроблено автором]

№ п/п	[1,2,3]	[4,5,6]	[7,8,9]	[10,11,12]	13	14	15	16	17	18
[1,2,3]	0	40	109	71	65	76	54	60	33	85
[4,5,6]	40	0	122	85	43	40	51	68	35	70
[7,8,9]	109	122	0	38	164	160	162	54	87	76
[10,11,12]	71	85	38	0	126	124	123	18	50	55
13	65	43	164	126	0	28	27	110	76	111
14	76	40	160	124	28	0	54	106	75	96
15	54	51	162	123	27	54	0	109	76	120
16	60	68	54	18	110	106	109	0	34	43
17	33	35	87	50	76	75	76	34	0	51
18	85	70	76	55	111	96	120	43	51	0

Представимо графічно Тячівський кластер (рис. 4.5):



Рисунок 4.5 — Тячівський кластер [розроблено автором]

Таблица 4.7 — Матрица відстаней Ужгородського кластеру (кластер 5), км
[розроблено автором]

№ п/п	[1,2,3]	[4,5,6]	[7,8,9]	[10,11,12]	[13,14,15]	16	17	18
[1,2,3]	0	40	109	71	65	60	33	85
[4,5,6]	40	0	122	85	43	68	35	70
[7,8,9]	109	122	0	38	164	54	87	76
[10,11,12]	71	85	38	0	126	18	50	55
[13,14,15]	65	43	164	126	0	110	76	111
16	60	68	54	18	110	0	34	43
17	33	35	87	50	76	34	0	51
18	85	70	76	55	111	43	51	0

Представимо графічно Ужгородський кластер (рис. 4.6):

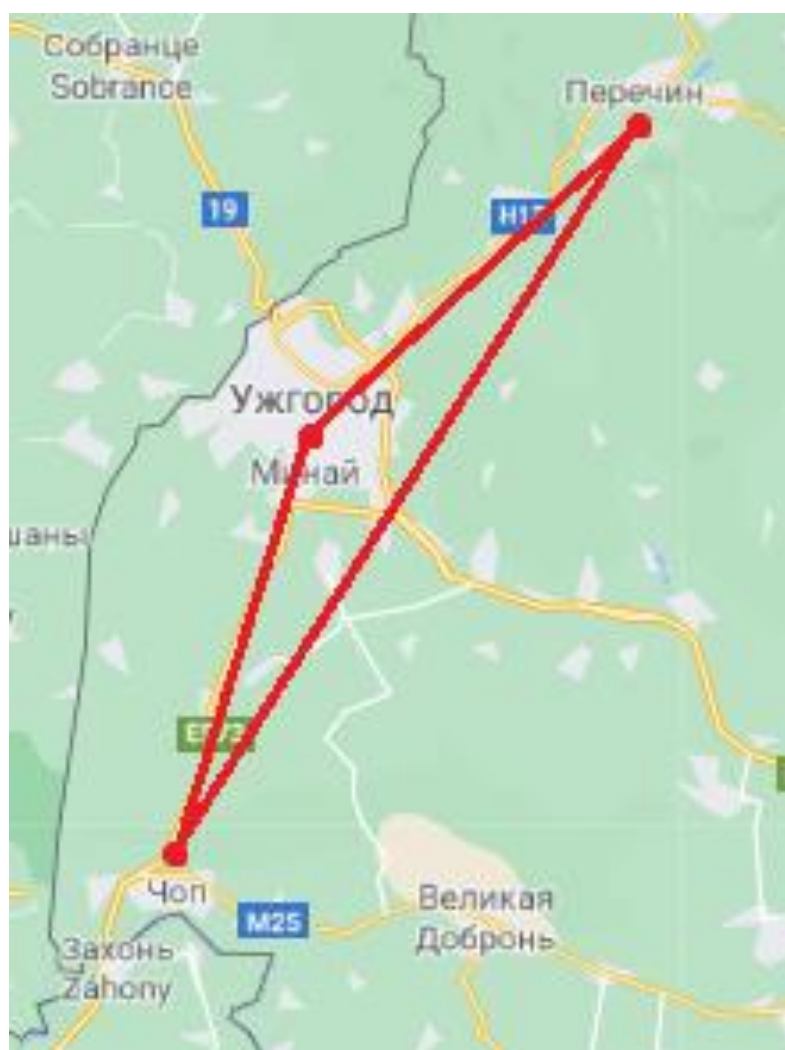


Рисунок 4.6 — Ужгородський кластер [розроблено автором]

Таблица 4.8 — Матрица відстаней Хустського кластеру (кластер 6), км
[розроблено автором]

№ п/п	[1,2,3]	[4,5,6]	[7,8,9]	[10,11,12]	[13,14,15]	[16,17,18]
[1,2,3]	0	40	109	71	65	33
[4,5,6]	40	0	122	85	43	35
[7,8,9]	109	122	0	38	164	87
[10,11,12]	71	85	38	0	126	50
[13,14,15]	65	43	164	126	0	76
[16,17,18]	33	35	87	50	76	0

Представимо графічно Хустський кластер (рис. 4.7):

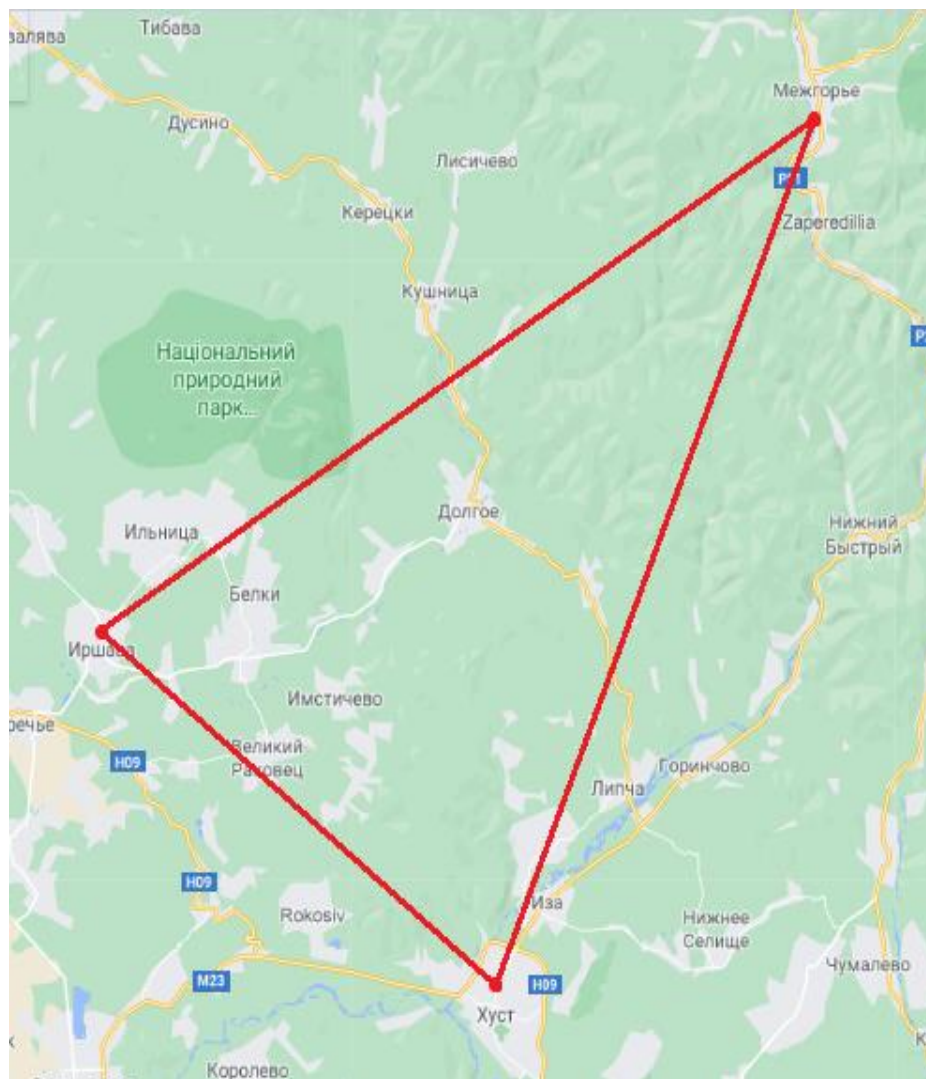


Рисунок 4.7 — Хустський кластер [розроблено автором]

В табл. 4.9 представимо дані, які необхідні нам, для пошуку еталонних точок.

Таблиця 4.9 — Дані для пошуку еталонних точок, км [розроблено автором]

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
x	50	80	95	55	80	95	185	155	200	130	120	135	15	35	5	110	80	125
y	35	30	30	75	80	100	15	5	30	15	20	35	90	110	65	35	50	75

Порівнюємо відстань від першої точки до еталонної точки.

$$d(1) = \sqrt{(50 - 80)^2 + (35 - 30)^2} = 30,4 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від другої точки до еталонної точки.

$$d(2) = \sqrt{(80 - 65)^2 + (30 - 32,5)^2} = 15,2 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від третьої точки до еталонної точки.

$$d(3) = \sqrt{(95 - 72,5)^2 + (30 - 31,25)^2} = 22,5 \text{ км}$$

Отже, центр першого Берегівського кластеру — друга точка — Виноградів.

Порівнюємо відстань від четвертої точки до еталонної точки.

$$d(4) = \sqrt{(55 - 80)^2 + (75 - 80)^2} = 25,5 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від п'ятої точки до еталонної точки.

$$d(5) = \sqrt{(80 - 67,5)^2 + (80 - 77,5)^2} = 12,7 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від шостої точки до еталонної точки.

$$d(6) = \sqrt{(95 - 73,75)^2 + (100 - 78,75)^2} = 30 \text{ км}$$

Отже, центр другого Мукачівського кластеру — п'ята точка — Свалява.

Порівнюємо відстань від сьомої точки до еталонної точки.

$$d(7) = \sqrt{(185 - 155)^2 + (15 - 5)^2} = 31,6 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від восьмої точки до еталонної точки.

$$d(8) = \sqrt{(155 - 170)^2 + (5 - 10)^2} = 15,8 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від дев'ятої точки до еталонної точки.

$$d(9) = \sqrt{(200 - 162,5)^2 + (30 - 7,5)^2} = 43,7 \text{ км}$$

Отже, центр третього Рахівського кластеру – восьма точка – Великий Бичків.

Порівнюємо відстань від десятої точки до еталонної точки.

$$d(10) = \sqrt{(130 - 120)^2 + (15 - 20)^2} = 18,2 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від одинадцятої точки до еталонної точки.

$$d(11) = \sqrt{(120 - 125)^2 + (20 - 17,5)^2} = 5,6 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від дванадцятої точки до еталонної точки.

$$d(12) = \sqrt{(135 - 122,5)^2 + (35 - 18,75)^2} = 20,5 \text{ км}$$

Отже, центр четвертого Тячівського кластеру – одинадцята точка – Буштино.

Порівнюємо відстань від тринадцятої точки до еталонної точки.

$$d(13) = \sqrt{(15 - 35)^2 + (90 - 110)^2} = 28,3 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від чотирнадцятої точки до еталонної точки.

$$d(14) = \sqrt{(35 - 25)^2 + (110 - 100)^2} = 14,1 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від п'ятнадцятої точки до еталонної точки.

$$d(15) = \sqrt{(5 - 30)^2 + (65 - 105)^2} = 47,1 \text{ км}$$

Отже, центр п'ятого Ужгородського кластеру – чотирнадцята точка – Перечин.

Порівнюємо відстань від шістнадцятої точки до еталонної точки.

$$d(16) = \sqrt{(110 - 80)^2 + (35 - 50)^2} = 33,5 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від сімнадцятої точки до еталонної точки.

$$d(17) = \sqrt{(80 - 95)^2 + (50 - 42,5)^2} = 16,8 \text{ км}$$

Порівнюємо відстань від вісімнадцятої точки до еталонної точки.

$$d(18) = \sqrt{(125 - 87,5)^2 + (75 - 46,25)^2} = 47,3 \text{ км}$$

Отже, центр шостого Хустського кластеру — сімнадцята точка — Іршава.

В табл. 4.10, наведено потребу магазинів у товарі.

Таблиця 4.10 — Потреба магазинів у товарі [розроблено автором]

Назва пункту доставки	Потреба вантажу, кг
Склад центральний	-
Берегівський район:	
1. Берегово (М1)	1143
2. Виноградів (М2)	1085
3. Королево (М3)	1210
Мукачівський район:	
4. Мукачево (М4)	985
5. Свалява (М5)	1055
6. Воловець (М6)	1107
Рахівський район:	
7. Рахів (М7)	1209
8. Великий Бичків (М8)	1385
9. Ясіня (М9)	1148
Тячівський район:	
10. Тячів (М10)	1189
11. Буштино (М11)	1232
12. Дубове (М12)	1392
Ужгородський район :	
13. Ужгород (М13)	1089
14. Перечин (М14)	1282
15. Чоп (М15)	858
Хустський район:	
16. Хуст (М16)	1169
17. Іршава (М17)	1099
18. Міжгір'я (М18)	995

На рис. 4.9 та рис. 4.10 графічно наведено потребу магазинів та кластерів у товарі.



Рисунок 4.9 — Потреба магазинів у товарі [розроблено автором]



Рисунок 4.10 — Потреба кластерів у товарі [розроблено автором]

4.2 Аналіз перевезення з місця перевантаження до кожного кластеру за критерієм часу та відстані

Проведемо розрахунки прямої доставки вантажу (табл. 4.11) зі складу, в м. Мукачєво, до центрів кожного з кластерів, та зворотної дороги.

Потім проведемо розрахунки, по розвезенню вантажу з центрального

кластеру, до решти магазинів цього кластеру в табл. 4.11.

Таблиця 4.11 — Розрахунки прямої доставки та зворотної дороги [розроблено автором]

Назва району	Об'єм вантажу, кг	Час доставки, хв	Протяжність маршруту, км	Вартість, грн
1. Березівський район (Виноградів)	3438	2,4	180,0	2880,00
		2 год 24 хв		
2. Мукачівський район (Свалява)	3147	1,9	140,0	2240,10
		1 год 54 хв		
3. Рахівський район (Великий Бичків)	3742	4,53	340,0	5439,00
		4 год 30 хв		
4. Тячівський район (Буштино)	3813	3,47	260,0	4161,00
		3 год 30 хв		
5. Ужгородський район (Перечин)	3229	0,59	44,0	705,00
		0 год 36 хв		
6. Хустський район (Іршава)	3263	2,27	170,0	2721,00
		2 год 16 хв		
Всього	20632	15 год 10 хв	1134	18146,10

Таблиця 4.12 — Розрахунки розвезення товару по магазинах [розроблено автором]

	Об'єм вантажу, кг	Час доставки, хв	Протяжність маршруту, км	Вартість, грн
Березівський район:				
1. Берегово	1143	0,51	38	608
		0 год 30 хв		
2. Виноградів	1085	Центр першого кластеру		
3. Королево	1210	0,15	11	176
		0 год 9 хв		
Мукачівський район:				
4. Мукачево	985	0,4	30	480
		0 год 24 хв		

Продовження табл. 4.12

5. Свалява	1055	Центр другого кластеру		
6. Воловець	1107	0,59	44	704
		0 год 36 хв		
Рахівський район:				
7. Рахів	1209	0,49	37	592
		0 год 30 хв		
8. Великий Бичків	1385	Центр третього кластеру		
9. Ясіня	1148	0,89	67	1072
		0 год 54 хв		
Тячівський район:				
10. Тячів	1189	0,12	9	144
		0 год 7 хв		
11. Буштино	1232	Центр четвертого кластеру		
12. Дубове	1392	0,65	49	784
		0 год 39 хв		
Ужгородський район :				
13. Ужгород	1089	0,32	24	384
		0 год 20 хв		
14. Перечин	1282	Центр п'ятого кластеру		
15. Чоп	858	0,64	48	768
		0 год 39 хв		
Хустський район:				
16. Хуст	1169	0,48	36	576
		0 год 29 хв		
17. Іршава	1099	Центр шостого кластеру		
18. Міжгір'я	995	1,2	90	1440
		1 год 12 хв		
Всього:	20632	6 год 27 хв	483	7728

Після проведених розрахунків, можемо зробити висновки, про те, що загальна протяжність прямого методу доставки, складе 1617 кілометрів, загальні витрати — 25874 гривні. Далі проведемо розрахунки методами кластеризації, та порівняємо результати.

4.3 Розрахунок місця розташування двох розподільчих центрів за допомогою метода центру тяжіння вантажопотоків

Для того щоб знайти місце розташування розподільчого центру треба розподілити наші 18 точок у два кластери (рис. 4.11).

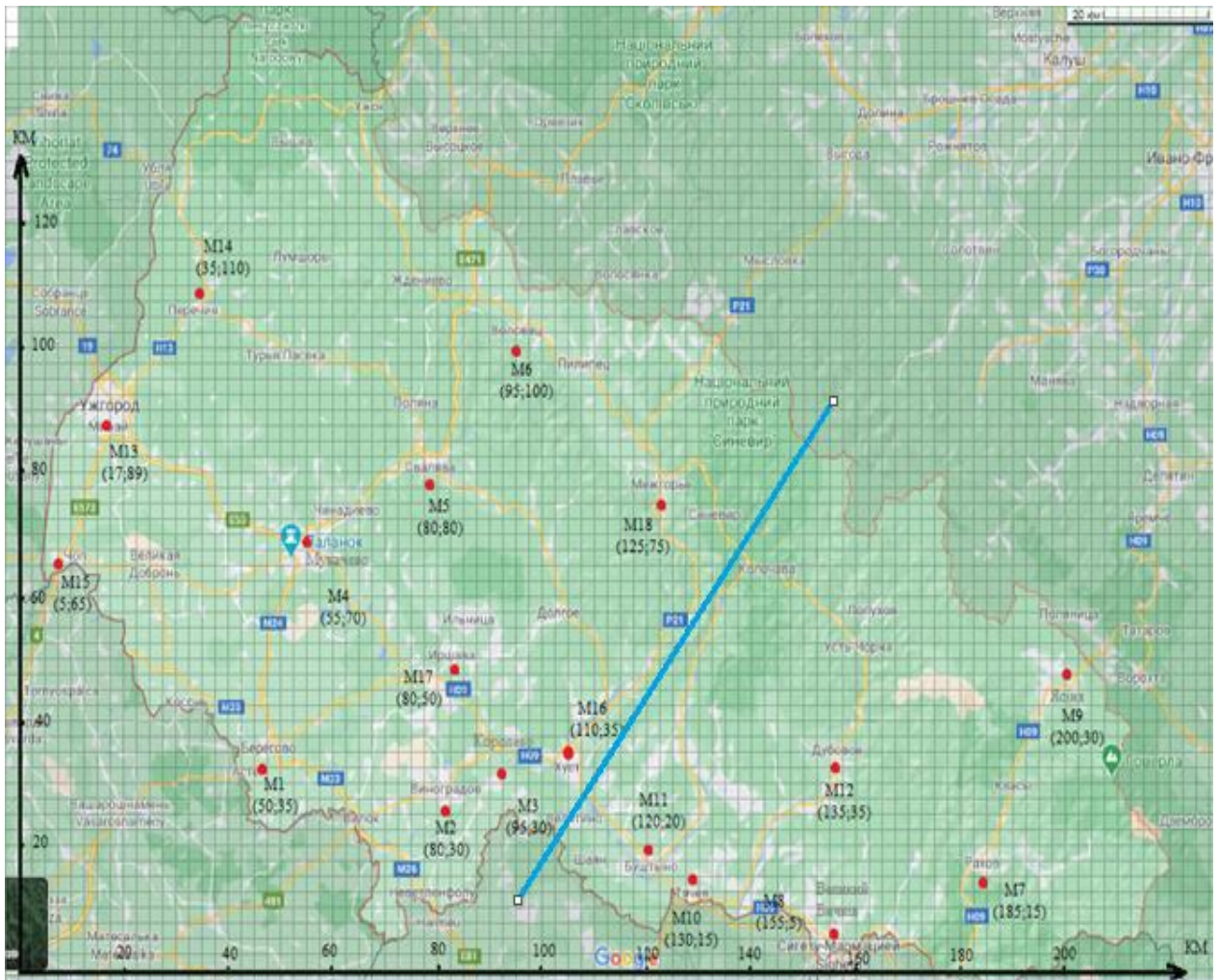


Рисунок 4.11 — Точки доставки в системі координат [розроблено автором]

Аналізуючи місця розташування пунктів доставки вантажів видно, що для їх обслуговування потрібно два розподільчі центри [27].

Перший обслуговуватиме Рахівський та Тячівський район, другий – Мукачівський, Берегівський, Ужгородський, Хустський.

1) Метод центру тяжіння вантажопотоків розраховується за такими формулами:

$$X_{\text{СКЛ}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (4.2)$$

$$Y_{\text{СКЛ}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i * Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (4.3)$$

де x_i та y_i — відповідні координати магазинів,

Q_i — вантажообіг магазинів.

Проведемо розрахунки першого розподільчого центру. Вихідні дані представимо у табл. 4.13.

Таблиця 4.13 — Вихідні дані для розрахунку координат першого розподільчого центру [розроблено автором]

№ точки доставки	Координата X, км	Координата Y, км	Вантажообіг, кг/день
7.Рахів	185	15	1209
8.Великий Бичків	155	5	1385
9.Ясіня	200	30	1148
10. Тячів	130	15	1189
11. Буштино	120	20	1232
12. Дубове	135	35	1392

Всі розрахунки будуть проводитися за допомогою Excel.

Отже, за першим методом координатами першого розподільчого центру є: $X = 153, Y = 20$.

Проведемо розрахунки другого розподільчого центру. Вихідні дані представимо у табл. 4.16.

Таблиця 4.16 — Вихідні дані для розрахунку координат другого розподільчого центру [розроблено автором]

№ точки доставки	Координата X, км	Координата Y, км	Вантажообіг, кг/день
1. Берегове	50	35	1143
2. Виноградів	80	30	1085
3. Королево	95	30	1210
4. Мукачево	55	70	985
5. Свалява	80	80	1055
6. Воловець	95	100	1107
13. Ужгород	15	90	1089
14. Перечин	35	110	1282
15. Чоп	5	65	858
16. Хуст	110	35	1099
17. Іршава	80	50	1169
18. Міжгір'я	125	75	995

Отже, за першим методом координатами другого розподільчого центру є: $X = 88$, $Y = 83$.

4.4 Розрахуно місця розташування двох розподільчих центрів за допомогою метода пробної точки

Пробною точкою відрізка називається будь-яка точка, що перебуває в цьому відрізку і не належить його крайнім точкам [28].

Лівий вантажообіг пробної точки — вантажообіг споживання, розташований на всій ділянці обслуговування ліворуч від пробної точки.

Правий вантажообіг пробної точки — вантажообіг споживання, розташований на всій ділянці обслуговування праворуч від пробної точки.

Перевірка пробних точок триває доти, поки не з'явиться точка, для якої сума вантажообігів споживання з лівої сторони не перевищить суму вантажообігів споживання з правої сторони. На рис 4.12 — 4.13, наведено знаходження пробних точок, для розподільчих центрів.

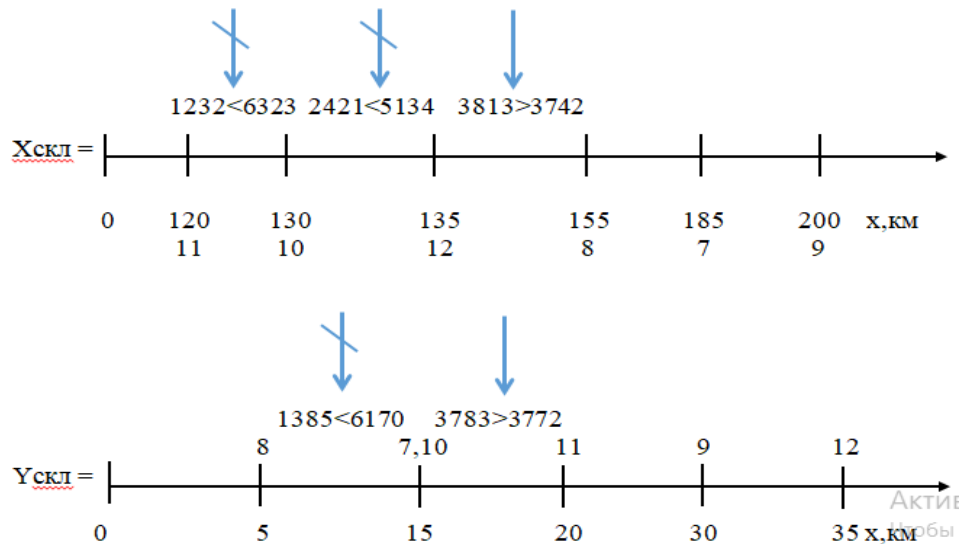


Рисунок 4.12 — Знаходження пробної точки для першого розподільчого центру [розроблено автором]

Отже, можна зробити висновок, що координатами першого розподільчого центру за методом пробної точки є: $X=145, Y = 18$.

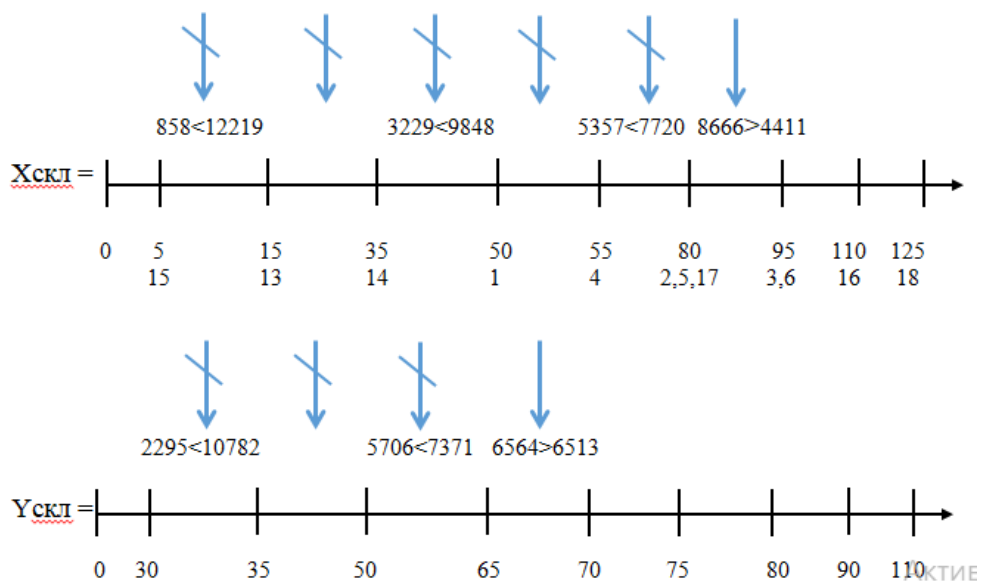


Рисунок 4.13 — Знаходження пробної точки для другого розподільчого центру [розроблено автором]

Отже, можна зробити висновок, що координатами другого розподільчого центру за методом пробної точки є: $X=84, Y = 68$.

4.5 Порівняльний аналіз вартості доставки, за допомогою критерія транспортної роботи

Остаточне ухвалення рішення про місце розташування розподільчого центру при наявності двох альтернатив можна приймати із розрахунків вибору варіанту, при якому транспортна робота буде мінімальною.

Транспортна робота — це пробіг транспорту, приведений за кількістю перевезеного вантажу, визначається як добуток пробігу транспорту на масу вантажу, який був перевезений. Розрахунок наведений в табл. 4.17 та табл. 4.18.

Таблиця 4.17 — Розрахунок транспортної роботи для першого розподільчого центру [розроблено автором]

№ магазину	Вантажообіг	Відстань до РЦ1, км	Транспортна робота, ткм	Відстань до РЦ2, км	Транспортна робота, ткм
7.Рахів	1209	32,07	38775,07	40,11	48495,82
8.Великий Бичків	1385	15,04	20832,40	16,40	22715,69
9.Ясіня	1148	47,76	54826,72	56,29	64625,36
10. Тячів	1189	23,83	28334,72	15,30	18188,20
11. Буштино	1232	33,31	41040,08	25,08	30898,40
12. Дубове	1392	23,71	32997,45	19,72	27454,53
Всього	7555	175,72	216806,43	172,91	212378,01

Представимо графічно можливі місця розташування розподільчого центру (рис. 4.14).

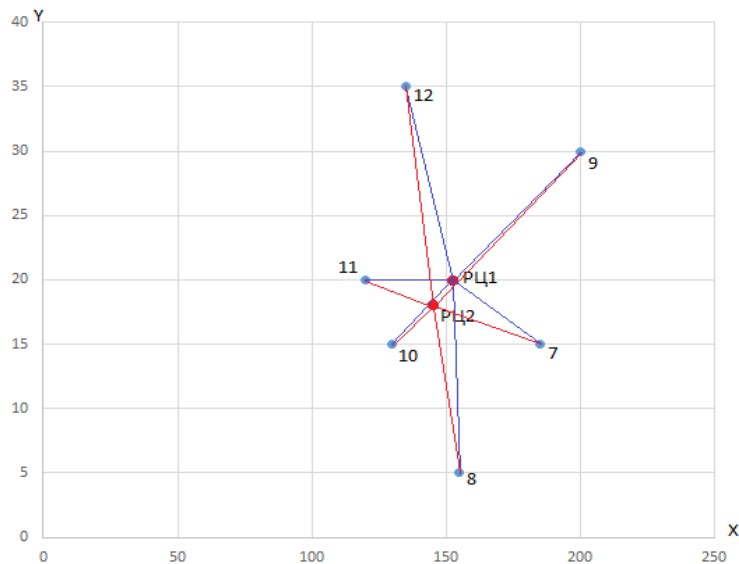


Рисунок 4.14 — Розташування магазинів та розподільчих центрів першого кластеру [розроблено автором]

Отже, завдяки розрахункам транспортної роботи видно, що потрібно розмістити розподільчий центр за координатами : $X = 153, Y = 20$.

Таблиця 4.18 — Розрахунок транспортної роботи для другого розподільчого центру [розроблено автором]

№ магазину	Вантажообіг	Відстань до РЦ1, км	Транспортна робота, ткм	Відстань до РЦ2, км	Транспортна робота, ткм
1.Берегове	1143	34,67	40005	50	57150
2.Виноградів	1085	35,74	39060	39	42315
3.Королево	1210	42,80	52030	39	47190
4.Мукачеве	985	15,23	14775	33	32505
5.Свалява	1055	19,42	21100	14	14770
6.Воловець	1107	44,41	48708	33	36531
13.Ужгород	1089	59,93	65340	76	82764
14.Перечин	1282	57,20	73074	68	87176

Продовження табл. 4.18

№ магазину	Вантажообіг	Відстань до РЦ1, км	Транспортна робота, ткм	Відстань до РЦ2, км	Транспортна робота, ткм
15.Чоп	858	64,01	54912	83	71214
16.Хуст	1099	46,23	54950	40	43960
17.Іршава	1169	17,80	21042	20	23380
18.Міжгір'я	995	57,07	56715	38	37810
Всього	13077	494,51	541711	533	576765

Представимо графічно можливі місця розташування розподільчого центру (рис. 4.15).

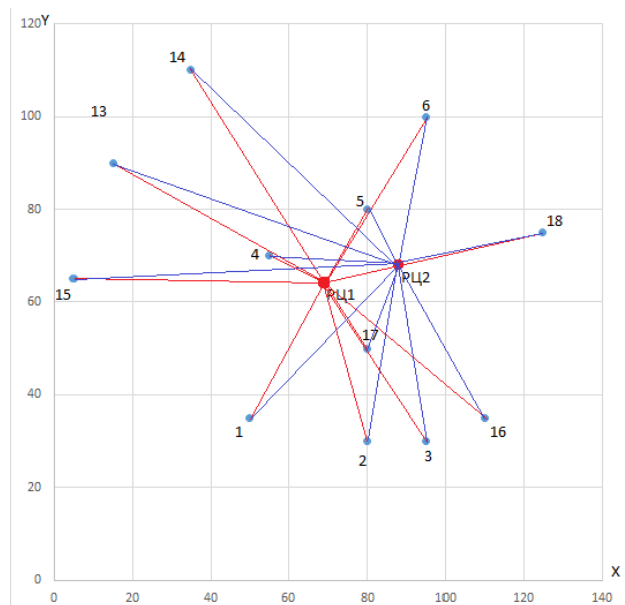


Рисунок 4.15 — Розташування магазинів та розподільчих центрів другого кластеру [розроблено автором]

Отже, завдяки розрахункам транспортної роботи видно, що потрібно розмістити розподільчий центр за координатами : $X = 69$, $Y = 64$.

Зобразимо графічно розташування розподільчих центрів на карті Закарпатської області (рис. 4.16).

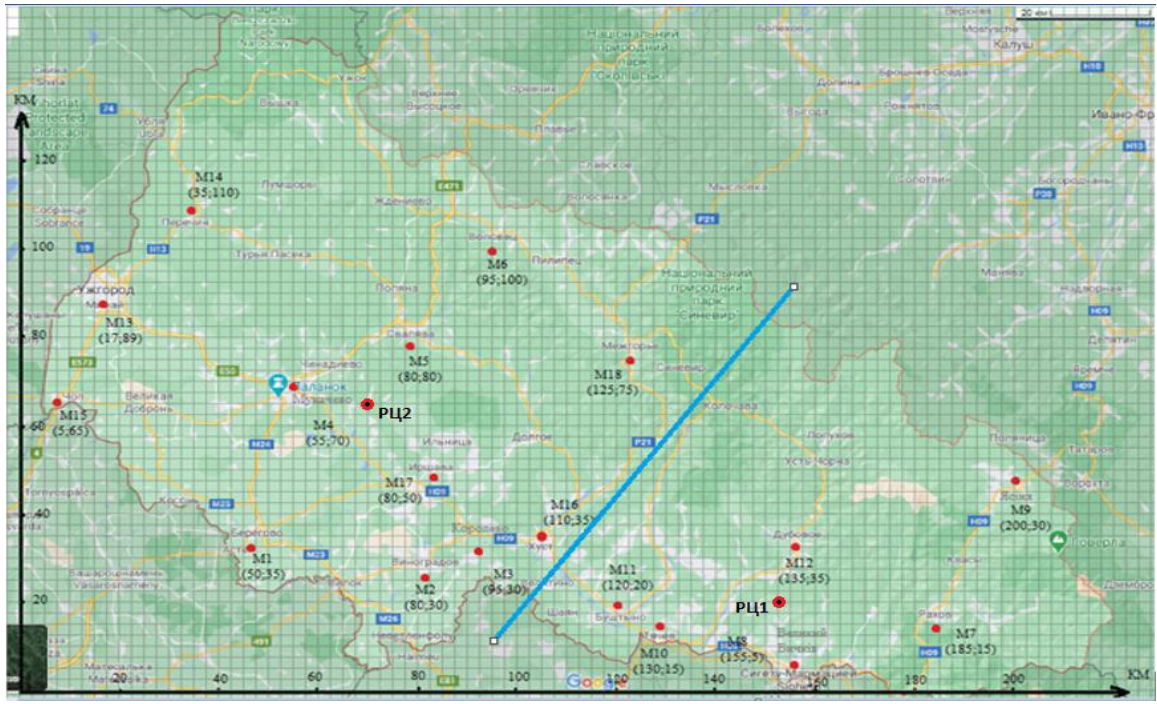


Рисунок 4.16 — Розподільчі центри на карті Закарпатської області [розроблено автором]

4.6 Розробка транспортно-логістичної схеми доставки вантажів до споживачів

Спочатку знайдемо відстані між розподільчими центрами та головним складом у місті Ужгород:

$$1) \text{РЦ1} = \sqrt{(153 - 15)^2 + (20 - 90)^2} = 155 \text{ км.}$$

$$2) \text{РЦ2} = \sqrt{(69 - 15)^2 + (64 - 90)^2} = 60 \text{ км.}$$

Маршрут доставки є таким: товари зі складу до розподільчих центрів доставляються власним автотранспортом, потім – транспортом розподільчого центру, який довантажує продукцію і обслуговує різні магазини району. Доставка вантажу здійснюється автомобілем вантажопідйомністю 22 т (до РЦ 1 та РЦ2) і 4.1 т (з РЦ до магазинів).

Вартість доставки становить в годину — 300 грн +12 грн/км.

Завантаження/розвантаження 1 т = 10 хв.

Автомобіль рухається зі швидкістю 75 км/год.

Вартість доставки транспортом розподільчого центру коштує 10 грн/км, тому ми не платимо заробітну плату для водія.

Розрахуємо маршрут, вартість та час доставки для першого розподільчого центру (Рахівський та Тячівський райони)ї

Доставка до РЦ1:

Склад - - - - - 155 км - - - - - РЦ1 - - - - - 155 км - - - - - Склад

Зав. 7555 кг

Розв. 7555 кг

75 хв

124 хв

75 хв

124 хв

Кілометраж: 310 км.

Вартість: $155 \text{ км} * 2 * 12 + (300 * 6,5) = 5670$ грн.

Час: 398 хв = 6 год 38 хв.

Доставка від РЦ1 до Рахівського району:

РЦ1 - - - 15 км - - - М 8 - - - 32 км - - - М 7 - - - 21 км - - - М 9 - - - 48 км - - -

РЦ1

Зав. 3742 кг

Роз. 1385 кг

Роз. 1209 кг

Роз. 1148 кг

37 хв

12 хв

14 хв

25,6 хв

12 хв

16,8 хв

12 хв

38 хв

Кілометраж: 116 км.

Вартість: $10 * 116 = 1160$ грн.

Час: 168 хв = 2 год 38 хв.

Доставка від РЦ1 до Тячівського району:

РЦ1 - - - 23 км - - - М12 - - - 21 км - - - М11 - - - 11 км - - - М10 - - - 24 км - - -

РЦ1

Зав. 3813 кг

Роз. 1392 кг

Роз. 1232 кг

Роз. 1189 кг

38 хв

18 хв

14 хв

17 хв

12 хв

9 хв

12 хв

19 хв

Кілометраж: 79 км.

Вартість: $10 * 79 = 790$ грн.

Час: 139 хв = 2 год 19 хв.

Розрахуємо маршрут, вартість та час доставки для першого розподільчого центру (Берегівський, Мукачівський, Ужгородський, Хустський райони)

Доставка до РЦ2:

Склад - - - - - 60 км - - - - - РЦ2 - - - - - 60 км - - - - - Склад
Зав. 13077 кг Розв. 13077 кг
 140 хв 48 хв 140 хв 48 хв

Кілометраж: 120 км.

Вартість $60*2*12+(300*6)=3240$ грн.

Час: 376 хв = 6 год 16 хв.

Доставка від РЦ2 до Берегівського району:

РЦ2 - - - 36 км - - - М2 - - - 15 км - - - М3 - - - 45 км - - - М1 - - - 35 км - - -
РЦ2
Зав. 3438 кг Роз. 1085 кг Роз. 1210 кг Роз. 1143 кг
35 хв 29 хв 11 хв 12 хв 12 хв 36 хв 11 хв 28 хв

Кілометраж: 131 км.

Вартість: $10*131 = 1310$ грн.

Час: 174 хв = 2 год 54 хв.

Доставка від РЦ2 до Мукачівського району:

РЦ2 - - - 15 км - - - М4 - - - 25 км - - - М5 - - - 34 км - - - М6 - - - 44 км - - -
РЦ2
Зав. 3147 кг Роз. 985 кг Роз. 1055 кг Роз. 1107 кг
32 хв 12 хв 10 хв 20 хв 11 хв 27 хв 11 хв 35 хв

Кілометраж: 118 км.

Вартість: $10*118 = 1180$ грн.

Час: 158 хв = 2 год 38 хв.

Доставка від РЦ2 до Ужгородського району:

РЦ2 - - - 57 км - - - М14 - - - 28 км - - - М13 - - - 27 км - - - М15 - - - 64 км - - -
РЦ2

Зав. 3229 кг Роз. 1282 кг Роз. 1089 кг Роз. 858 кг
33 хв 46 хв 13 хв 23 хв 11 хв 22 хв 9 хв 51 хв

Кілометраж: 176 км.

Вартість: $10 \cdot 176 = 1760$ грн.

Час: 208 хв = 3 год 28 хв.

Доставка від РЦ2 до Хустського району:

РЦ2 - - - 18 км - - - М17 - - - 34 км - - - М16 - - - 43 км - - - М18 - - - 57 км - - -
РЦ2

Зав. 3263 кг Роз. 1169 кг Роз. 1099 кг Роз. 995 кг
33 хв 15 хв 12 хв 27 хв 11 хв 35 хв 10 хв 46 хв

Кілометраж: 152 км.

Вартість: $10 \cdot 152 = 1520$ грн.

Час: 189 хв = 3 год 9 хв.

Представимо наші розрахунки у таблиці 4.19 і розрахуємо сумарні значення.

Таблиця 4.19 — Розрахунок показників доставки [розроблено автором]

Назва маршруту	Кілометраж, км	Вартість, грн	Час, хв
Від Складу до РЦ1	310	5670	6 год 38 хв
РЦ1 - Рахівський	116	1160	2 год 38 хв
РЦ1 - Тячівський	79	790	2 год 19 хв
Всього	505	7620	11 год 35 хв
Від Складу до РЦ2	120	3240	6 год 16 хв
РЦ2 – Берегівський	131	1310	2 год 54 хв
РЦ2 - Мукачівський	118	1180	2 год 38хв

Продовження табл. 4.19

Назва маршруту	Кілометраж, км	Вартість, грн	Час, хв
РЦ2 – Ужгородський	176	1760	3 год 28 хв
РЦ2 - Хустський	152	1520	3 год 9 хв
Всього	697	9010	18 год 25 хв
Разом по обом РЦ	1202	16630	30 год 00 хв

Після проведених розрахунків, можемо зробити висновки, про те, що після кластеризації пунктів доставки, загальна протяжність складе 1202 кілометрів, загальні витрати — 16630 гривень.

ВИСНОВКИ

В першому розділі було розглянуто загальну характеристику теперішнього стану перевезень. Було розглянуто порівняння перевезень різними видами сполучення, а саме: залізничним, автомобільним, водним та трубопровідним. У 2022 р. підприємствами транспорту України перевезено 676 млн т вантажів, що на 88,8% від обсягів 2021 р., зокрема, за видами транспорту у млн т: залізничний — 312,9 (51%), автомобільний — 244,2 (32%), водний — 6,1 (1%), трубопровідний — 112,7 (16%). Кожен вид транспорту внаслідок своїх техніко-технологічних організаційно-правових особливостей тяжіє обслуговувати відповідні сектори економіки.

В другому розділі було проаналізовано транспортно-логістичний комплекс залізничної станції Мукачево. Мукачево — станція Ужгородської дирекції Львівської залізниці на дільниці Стрий — Батево. Розташована в однойменному місті Закарпатської області. Включає локомотивне депо, станції колій та сигналізації і зв'язку. Перевезення зернових здебільшого здійснюється насипом в спеціально обладнаних вагонах. Також було представлено автомобіль МАЗ-6501С9-8525-000, який буде використаний для доставки вантажу від перевантажувального пункту до кінцевих пунктів та надано характеристику вагона-зерновоза. Описано фізичну та математичну модель.

В третьому розділі було розглянуто систему масового обслуговування. Вирішено задачу імітаційного моделювання для визначення доцільності створення на вантажному дворі станції системи регулювання, що забезпечує збір і збереження інформації про місцезнаходження автомобілів на вантажних фронтах, стану вантажно-розвантажувальних механізмів і прийняття рішень про їхнє використання та передачу команд водіям автомобілів з метою підвищення ефективності взаємодії автомобільного та залізничного видів транспорту під час перевезення тарно-штучних вантажів. Відвантаження вантажів здійснюється двома бригадами з двох секцій

ангарного складу. Автомобільний транспорт працює протягом 8 год. У процесі статистичного дослідження було встановлено, що прибуття автомобілів на вантажний двір носить випадковий характер і описується законом Пуассона з інтенсивністю $\lambda_a=2,9$ авто/год.. Коливання тривалості обслуговування автомобіля в секції складу описується нормальним законом розподілу з параметрами: математичне очікування $t_0=26$ хв., середнє квадратичне відхилення $\sigma_0=4,5$ хв.

В четвертому розді було проведено розрахунки та виконання задачі з кластеризації пунктів доставки двома методами, а саме:

- за методом пробної точки;
- за методом центру тяжіння вантажопотоків.

Було вирішено завдання маршрутизації в мережі на основі критерія мінімальної транспортної роботи.

Основні положення кваліфікаційної роботи магістра мають теоретичне та практичне значення для підвищення ефективності взаємодії залізничного та автомобільного видів транспорту. Проведені дослідження дозволили розрахувати ефективні транспортно-логістичні схеми доставки вантажів.

Метою магістерської роботи було питання підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів доставки зернових вантажів змішаними видами транспорту. Вирішено задачу кластеризації для доставки до різних пунктів.

Робота пройшла апробацію в Міжнародній науково-практичній конференції: «Наука про постіндустріальне суспільство: процеси глобалізації та трансформації».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтернет ресурс [uz.gov.ua\cargo](http://uz.gov.ua/cargo). URL: https://uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/ (дата звернення: 21.01.2024).
2. Киш Л. М. кандидат економічних наук. Сучасний стан та перспективи перевезення зерна різними видами транспорту. URL: <file:///C:/Users/Zver/Downloads/suchasniy-stan-ta-perspektivi-perevezennya-zerna-riznimi-vidami-transportu.pdf> (дата звернення: 21.01.2024).
3. З. Мельник, А. Буковський, М. Гринишин, В. Пінчук, П. Яремчук. Зелена книга «залізничні вантажні перевезення». URL: https://cdn.regulation.gov.ua/34/ce/bf/19/regulation.gov.ua_Rail%20Cargo%20Transportation%20web.pdf (дата звернення: 21.01.2024).
4. Василенко І. В. Управління ефективністю доставки спеціальних вантажів експедитором в умовах ризику. Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту: Серія «Економіка і управління». К.: ДЕТУТ, 2014. 155с.
5. Інтернет ресурс dlf.ua/ua/zberigannya-ta-perevezennya-agroproduksiyi. URL: <https://dlf.ua/ua/zberigannya-ta-perevezennya-agroproduksiyi-v-ukrayini/#3> (дата звернення: 21.01.2024)
6. Хажанець В.В. «Удосконалення міжнародних перевезень вантажів»; Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. 2008. 45с.
7. Македон В. В. Ринок автомобільних вантажних перевезень країн ЄС: порівняльна макроекономічна оцінка і ключові напрями розвитку; УДК 339.976. 2013. 25-27с.
8. Ковальчук І.О. Програма для пошуку транспортних засобів для перевезення вантажів; Національний авіаційний університет; 2015 19с.

9. Стасюк К.З. Маркетингове управління логістичним потенціалом підприємств залізничного транспорту в умовах лібералізації ринку; національний університет «Львівська політехніка»; 2020. 18-20с
10. О.В. Лаврухін, Г.С. Бауліна, О.М. Костенніков, Г.Є. Богомазова «Вантажні перевезення на залізничному транспорті»; Центр навчальної літератури. 2021. 50с;
11. Павлюк С.М. Правове регулювання перевезення вантажів у прямому змішаному сполученні; Донецький національний університет імені Василя Стуса; 2011. 33-35с.
12. О. М. Стасюк, Л. Ю. Чмирьова, Н. О. Федяй; Ринки вантажних та пасажирських перевезень в Україні: проблеми та тенденції; УДК: 658.5.009.12:338.436. 2017. 123с
13. Лебідь В.В. Управління проектами транспортного забезпечення вантажних перевезень у міжнародному сполученні; Національний транспортний університет; 2018.114-118с
14. Інтернет ресурс [wikidata.uk-ua.nina.az.](https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/) URL: [https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/%D0%9C%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%BE \(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F\).html](https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/%D0%9C%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%BE (%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F).html) (дата звернення: 21.01.2024)
15. Інтернет ресурс [mukachevo.net/ua.](https://www.mukachevo.net/ua/) URL: <https://www.mukachevo.net/ua/news/view/5305654> (дата звернення: 21.01.2024)
16. ТРА Залізничної станції «Мукачево»
17. Партола А. І. Логістичні кластери як інструмент розвитку транспортно-логістичної системи. УДК 656.025 Харків. 2021 67с.
18. Інтернет ресурс [dmz-karpaty.com.](https://dmzkarpaty.com/) URL: <https://dmzkarpaty.com/ru/services/car-building/19-6869> (дата звернення: 21.01.2024)
19. Інтернет ресурс [kvsz.com/index.php/ua.](https://www.kvsz.com/index.php/ua/) URL: <https://www.kvsz.com/index.php/ua/produksiya/vantazhne->

[vagonobuduvannya/vagoni-khoperi/item/1948-vahon-khoper-dlia-perevezennia-zerna-modeli-19-7016-19-7016-01](https://vagonobuduvannya.vagoni-khoperi/item/1948-vahon-khoper-dlia-perevezennia-zerna-modeli-19-7016-19-7016-01) (дата звернення: (21.01.2024))

20. Інтернет ресурс ais.ua/maz. URL: <https://ais.ua/maz-6501c9-8525.html> (дата звернення: (21.01.2024))

21. Наукова студентська робота. Впровадження антифрикційних зносостійких втулок в механізми вивантаження вагонів-хоперів. 2021р. 5-8с.

22. Сіверський Н.С. Запорожцев С.Ю. Автоматизація процесу пересипання зерна на базі контролера siemens logo. Львів. 2023р. 11-18с.

23. Основні поняття теорії масового обслуговування. Системний аналіз 12.06.2014

24. А. Л. Литвинов. Теорія систем масового обслуговування. Навчальний посібник. Харків ХНУМГ ім. О. М. Бекетова 2018

25. Вельможин, А.В. Теорія транспортних процесів и систем: навч. посібник для вузів: Транспорт, 1998.- 167с.

26. Галабурда, В.Г.Единая транспортная система: навч. посібник для вузів: Транспорт, 2001.-303с.

27. Метод центру тяжіння вантажопотоків. Інтернет ресурс URL: https://stud.com.ua/1756/logistika/viznachennya_mistsya_roztashuvannya_skladu_teritoriyi_obsługovuyetsya (дата звернення: 21.01.2024)

28. Метод пробної точки. Інтернет ресурс URL: https://stud.com.ua/1756/logistika/viznachennya_mistsya_roztashuvannya_skladu_teritoriyi_obsługovuyetsya (дата звернення: 21.01.2024)

29. Інтернет ресурс uz.gov.ua/cargo_transportation URL: https://uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/cargo_stations/ (дата звернення: 21.01.2024)

30. Лукинский В.С. Логистика в примерах и задачах учеб. пособие – М.Финансы и статистика, 2009. – 228 с.: ил.

31. Правдин Н.В. Взаимодействие различных видов транспорта: навч.посібник: Транспорт,1989.-208 с.

32. Методичні вказівки до виконання курсової роботи Оптимізація

завозу-вивозу вантажів в вузлі взаємодії залізничного, річкового і автомобільного транспорту” з дисципліни “Основи теорії транспортних процесів та систем”.

33. М.І.Березовий, Т.В. Болвановська, В.В. Малашкін, С.В. Боричева, П.І. Стехін, М.Є. Перепічко. «Взаємодія видів транспорту». Навчальний посібник. Дніпро 2023. 185-187с.

34. Козаченко, Д. М. Напрямки підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом.

35. Д. М. Козаченко, Р.Ш. Рустамов, Х. В. Матвієнко // Транспортні системи та технології перевезень – 2013. 56-60с.

36. Сумець, О. М. «Агрологістика: необхідність і можливість розвитку 2017. 119-129с.

37. Іванілов О.С. Економіка підприємства: Підручник / О.С. Іванілов. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 728 с.

38. Корецька С.О. Економіка автомобільного транспорту: Навчальний посібник / С.О. Корецька, А.Ю. Якимчук, Т.С. Карпан. – Рівне: НУВГП, 2012. – 309 с.

39. Темченко А.Г. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навчальний посібник / А.Г. Темченко, С.В. Максимов. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008. – 405 с.

40. Шинкаренко В.Г. Управління корпораціями автомобільного транспорту: Навчальний посібник / В.Г. Шинкаренко, С.Г. Банаєва. – Х.: ХНАДУ, 2005. – 236 с.



Grail of
Science
interdisciplinary scientific journal

№ 27 May 2023





INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

Certificate of state registration of the print media: КВ24628-45/1917 issued by the Ministry of Justice of Ukraine on 04.12.2020.

DOI: 10.36074/grail-of-science/2023/2023



CERTIFICATE OF PARTICIPATION AND PUBLICATION

Certificate provides at least a 0.2 ECTS credits to awarded participants for being involved.

Sergiy Ponzel

participated in the V Correspondence International Scientific and Practical Conference
**SCIENCE OF POST-INDUSTRIAL SOCIETY:
GLOBALIZATION AND TRANSFORMATION PROCESSES**
held on May 12th 2023 by | NGO European Scientific Platform (Kyiv, Ukraine)
LLC International Centre Corporate Management (Kyiv, Ukraine)

and published scientific paper

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РЕГІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ СКЛАДІВ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ В
СУЧАСНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

Euro Science Certificate № 22451 dated 09.04.2023ISSN 2718-3056ICRISTB Certificate № 34 dated 17.01.2023

Head of the European Scientific Platform
Chairman of the Organizing committee
HOLDENBLAT MARIA



Head of Community Outreach
LLC International Centre Corporate Management
RACHAEL APARO



1	22719	92549	10907	35994	63461	83659	24494	53825	97047	76069
2	17618	88357	52487	79816	74600	50436	88823	19806	33960	30928
3	25267	35973	80231	60039	50253	63457	97444	13799	35853	03149
4	88594	69428	66934	27705	51262	63941	77660	66418	84755	29197
5	60482	33679	03078	08047	39891	34068	81957	82985	83113	36981
6	30753	19458	02849	30366	83892	80912	91335	41703	79401	97251
7	60551	24788	35764	57453	06341	10178	91896	70819	96440	98358
8	35612	09972	98891	92625	70599	95484	34858	13499	28966	88287
9	43713	18448	45922	55179	18442	31186	91047	37949	76542	79361
10	73998	97374	66685	06639	34590	17935	79544	15475	74765	11199
11	14971	68806	49122	16124	61905	22047	17229	46703	39727	16753
12	78976	48382	25242	97656	51686	15537	73857	35398	91783	92825
13	37868	82946	83732	63230	85306	56988	15570	98029	42208	00190
14	01666	48114	95183	02628	05355	97627	74554	91267	31240	34723
15	56638	70054	19427	24811	37164	71641	50515	88231	99539	75745
16	43973	07496	17405	08966	65989	68017	56975	94080	93689	98889
17	05141	07885	94399	41145	50210	92423	13308	09621	94153	25294
18	97905	05301	98496	20682	68082	68537	70220	78282	02396	10002
19	23458	57782	67537	38813	00377	93873	97813	10039	25457	28716
20	03954	14799	63187	46191	12805	50502	08810	19572	48024	58206
21	52251	06804	85959	20974	73104	15009	25486	09306	24721	04187
22	62361	59105	39338	59358	69193	15586	57695	89518	59788	04215
23	54954	90337	99340	60442	90933	58323	83183	90041	44236	90815
24	70773	03331	84228	01405	61494	72064	24713	39851	01431	60841
25	68702	08331	08923	83173	67081	87472	47980	08802	95495	78745
26	39599	33465	96705	41458	34670	55385	25484	71068	15155	85371
27	54958	34935	16858	16523	54262	63310	50348	53457	39440	80441
28	98124	08864	36485	78766	52802	56315	43523	06513	50899	86432
29	43099	88373	80091	35058	35755	47556	98602	71744	70442	92312
30	88667	44515	80435	17140	32588	98708	93010	98580	23656	85664
31	87009	95736	76930	71090	27143	95229	24799	02313	17436	20273
32	70581	40618	16631	54178	44737	02544	81368	08078	46740	52583
33	03723	25551	03816	97612	99833	06779	47619	12901	60179	23780
34	49943	30139	07932	29267	01934	19584	13356	35803	90284	97565
35	71559	30728	83499	65977	37442	72526	53123	99948	59762	19952
36	75500	16143	79028	81790	57747	87972	54981	10079	17490	15215
37	59894	59543	13668	27197	51979	38403	23989	38549	82968	53300
38	29757	26942	08736	15184	73650	51130	59160	89866	06030	88929
39	87650	08162	90596	70312	84462	07653	80962	96692	07030	62470
40	84094	70059	86833	23531	31749	23930	04763	89322	67576	38627
41	92101	17194	06003	99847	12781	38729	88072	92589	61828	36504
42	26641	99088	65294	37138	75881	12627	19461	69536	64419	82106
43	04920	91233	46959	14735	15153	28306	76351	28109	86078	46534
44	25417	97570	91045	09929	75140	23926	90282	99088	93605	03547

Продовження додатку Б.2

1	-0,202	-1,303	-0,671	-0,140	-0,018	1,565	-0,284	-0,622	2,075	0,481
2	0,420	-1,105	0,176	1,099	0,092	-0,482	0,543	-0,218	-1,683	2,836
3	2,417	1,181	-0,168	-0,238	0,560	-1,847	-0,061	0,578	0,513	2,014
4	0,260	0,580	0,539	0,955	-1,128	0,730	0,979	1,812	0,195	-1,322
5	-0,353	-0,151	-1,592	-1,213	0,189	-1,014	-0,678	-0,412	0,165	0,101
6	-2,555	-0,712	0,567	-0,085	1,792	0,116	0,252	-1,676	0,121	-0,346
7	0,666	-0,149	1,559	-0,760	0,214	0,446	0,682	0,584	-0,126	0,662
8	0,077	0,526	-0,783	-1,960	0,854	0,084	0,532	-0,757	-1,108	0,578
9	-1,365	-0,027	-0,251	-0,275	0,494	-0,022	0,383	-2,53	-0,728	0,194
10	1,833	-0,154	1,804	-0,414	0,103	0,758	0,054	-0,504	0,066	1,647
11	0,308	2,537	1,220	-1,250	-0,371	-1,210	0,906	-0,604	-1,761	-0,519
12	0,768	0,132	1,464	-0,428	0,182	-1,792	0,864	0,483	-1,799	-0,349
13	-0,957	-0,265	0,724	0,055	0,885	-0,379	0,694	-1,448	-0,672	0,209
14	-0,148	-0,539	0,397	0,362	-0,345	1,194	-0,746	0,242	0,197	-0,109
15	-0,094	-0,957	-0,373	-0,792	0,086	-0,134	1,493	-0,210	1,830	1,375
16	-0,661	-0,654	-0,379	-0,759	0,804	0,282	-1,317	-0,219	-0,318	-0,580
17	1,231	-0,337	-0,125	-1,373	-0,535	0,119	0,776	-0,254	0,598	1,200
18	-1,117	-0,871	-0,187	-0,543	0,421	0,311	0,493	0,574	-0,145	-2,332
19	0,551	0,335	-1,746	0,235	1,455	0,251	1,024	0,062	0,009	0,676
20	0,743	1,076	0,766	-0,052	1,194	0,517	-0,401	1,292	-0,280	0,540
21	-0,329	0,277	1,736	0,175	-0,401	0,663	0,479	1,322	0,072	-4,867
22	-1,264	0,970	-0,639	-0,761	-0,502	-1,559	0,249	0,119	-0,065	-0,812
23	-2,092	1,610	-1,423	-1,071	0,642	-0,759	-2,276	0,133	-0,976	1,506
24	-1,447	-0,154	1,463	0,032	-0,107	0,327	-0,378	0,055	-0,521	-1,400
25	0,018	0,533	0,558	0,593	-0,737	0,189	-1,876	-0,140	-1,380	-0,303
26	-1,445	1,357	-1,657	-0,887	-1,417	0,510	-0,423	0,398	0,167	0,147
27	0,002	1,537	0,115	-1,008	1,080	-0,772	-0,368	-0,290	2,146	-0,539
28	0,576	-1,201	-0,108	0,384	0,659	1,192	0,119	1,861	0,856	-0,018
29	0,108	-0,385	0,278	0,166	-1,169	1,099	-0,914	-0,462	1,132	-0,266
30	0,233	-1,043	0,852	-0,746	0,046	0,395	0,735	-1,526	1,065	1,450
31	-1,239	-0,155	0,090	1,130	2,623	0,811	-1,372	0,647	0,858	-0,740
32	-0,928	0,802	-0,043	-0,463	0,955	-0,395	0,386	0,465	-0,372	-0,278
33	-0,670	-0,821	-1,092	1,062	0,601	2,509	-1,557	-0,814	-0,220	-0,019
34	0,643	1,339	1,287	0,446	-0,042	0,593	0,366	0,640	-0,850	0,847
35	2,503	-0,162	1,125	-1,241	2,226	1,063	0,085	0,016	0,786	-0,766
36	0,895	-2,288	1,711	0,610	-0,067	-0,088	-0,031	1,784	1,550	0,417
37	-0,070	-1,267	-0,699	-1,025	0,475	0,059	-0,792	0,468	0,384	-0,184
38	0,891	-0,905	-0,213	1,847	0,223	-1,640	-0,772	0,324	-0,013	1,757
39	1,170	-0,340	-0,291	0,451	1,081	-1,073	0,073	-0,477	0,397	-1,282
40	0,130	-0,205	0,665	0,306	0,700	-0,251	0,935	-0,502	0,650	0,254
41	0,591	-1,342	1,194	1,428	-1,470	-1,202	-0,450	-0,668	0,212	1,161
42	-0,487	-0,792	0,453	-1,465	0,390	0,706	-2,186	0,461	0,848	-0,236
43	-1,048	-2,550	-0,241	-0,109	-1,385	-0,066	-2,523	1,270	0,914	-0,157
44	0,984	0,357	0,563	-1,177	0,371	-0,624	-0,614	0,566	1,292	0,776
45	1,217	6,976	-1,516	-0,737	0,018	-0,768	0,712	-1,001	0,012	-0,456
46	-1,008	-0,849	-1,272	0,903	-1,192	-2,081	0,157	0,708	1,132	-0,297
47	-0,596	-0,219	-0,726	-0,417	-0,214	0,625	-0,699	0,276	1,505	0,672
48	-0,315	-0,999	1,788	0,592	0,640	0,677	-0,965	1,066	-1,189	0,657
49	-1,441	1,171	-0,192	-0,315	1,714	1,131	-0,001	-0,342	0,039	1,486

Додаток В

		№ варіанту	λ _а , авто/год	t ₀ , хв.	σ ₀ , хв.	М											
		16	2,9	26	4,5	1											
за 72 годин роботи		208,8	0:26:00	0:04:30													
№ п/п	Рівномірне розподілене випадкове число R _i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Випадковий	Черговий	Регульований	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	Тривалість очікування завантаження автомобіля в секції						Кінець обслуговування		
									1		2		Регульований	13		14	
1	2	3	4	5	6	7	8	Випадковий	Черговий	Регульований	Випадковий	Черговий		Регульований	Випадковий	Черговий	Регульований
1 випробування																	
1			0:00	1	1	1	2,073	0:35	0:00:00	0:00:00	0:00:00			0:03:20	0:35:20	0:03:52:00	
2	0,17999	0:35	0:35	1	2	2	-1,683	0:18	0:00:00	0:00:00			0:00:00	0:00:00	0:05:35:4	0:05:35:4	
3	0,35994	0:21	0:56	1	1	1	0,513	0:28	0:00:00	0:00:00	0:00:00			0:12:45:6	1:24:56	0:12:45:6	
4	0,79816	0:04	1:01	2	2	2	0,195	0:26			0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:12:8:10	1:28:10	0:12:8:10	
5	0,60039	0:10	1:11	2	1	1	0,165	0:26		0:0:13:05	0:0:13:05	0:0:16:19		0:15:45:4	1:51:40	0:15:45:4	
6	0,27705	0:26	1:38	1	2	2	0,121	0:26	0:00:00				0:00:00	0:02:04:56	2:04:56	0:02:04:56	
7	0,8047	0:04	1:42	2	1	1	-0,126	0:25		0:00:47	0:00:47	0:0:12:01		0:20:20:20	2:17:06	0:21:7:06	
8	0,30366	0:24	2:07	1	2	2	-1,108	0:21	0:00:00				0:00:00	0:22:8:34	2:28:34	0:22:8:34	
9	0,57453	0:11	2:19	2	1	1	-0,728	0:22		0:00:00	0:00:00	0:00:1:19		0:24:30:4	2:41:44	0:24:30:4	
10	0,92625	0:01	2:20	2	2	2	0,066	0:26				0:0:22:28	0:0:7:58	0:0:7:58	0:30:9:22	2:54:52	0:25:45:2
11	0,55179	0:12	2:32	2	1	1	-1,361	0:19		0:0:8:50	0:0:8:50	0:0:36:27		0:30:9:24	3:01:37	0:30:9:24	
12	0,6639	0:08	2:41	2	2	2	-1,799	0:17				0:0:47:51	0:1:3:29	0:1:3:29	0:34:7:08	3:12:46	0:34:7:08
13	0,16124	0:37	3:19	1	1	1	-0,672	0:22	0:00:00	0:00:00	0:00:00			0:34:2:07	3:42:07	0:34:2:07	
14	0,97656	0:00	3:19	2	2	2	0,197	0:26				0:0:27:31	0:00:00	0:00:00	0:41:40:2	3:46:31	0:41:40:2
15	0,6323	0:09	3:29	2	1	1	1,83	0:34		0:0:13:00	0:0:13:00	0:0:44:55		0:44:8:16	4:16:21	0:44:8:16	
16	0,2628	0:27	3:56	1	2	2	-0,318	0:24	0:00:00				0:00:00	0:42:1:20	4:21:20	0:42:1:20	
17	0,24811	0:28	4:25	1	1	1	0,598	0:28	0:00:00	0:00:00	0:00:00			0:45:4:17	4:54:17	0:45:4:17	
18	0,8966	0:02	4:27	2	2	2	-0,145	0:25				0:0:20:24	0:00:00	0:00:00	0:51:3:36	4:53:12	0:51:3:36
19	0,41145	0:18	4:46	1	1	2	0,009	0:26	0:00:8:04	0:00:8:04				0:0:6:58	5:02:0:20	5:02:0:20	0:51:9:15
20	0,20682	0:32	5:18	1	2	1	-0,28	0:24	0:00:13:0		0:00:00		0:00:00	0:55:40:4	5:43:34	0:55:40:4	
21	0,38813	0:19	5:38	1	1	2	0,072	0:26	0:00:6:39	0:00:00				0:00:00	0:61:1:24	6:04:44	0:61:1:24
22	0,46191	0:15	5:54	1	2	1	-0,065	0:25	0:01:7:00		0:00:00		0:00:00	0:63:7:06	6:20:06	0:62:0:06	
23	0,20974	0:32	6:26	1	1	2	-0,976	0:21	0:01:0:23	0:00:00			0:00:00	0:65:8:43	6:48:19	0:64:8:19	
24	0,59358	0:10	6:37	2	2	1	-0,521	0:23			0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:70:1:09	7:01:09	0:70:1:09	
25	0,60442	0:10	6:47	2	1	2	-1,38	0:19		0:00:0:24		0:0:13:14		0:00:0:24	7:20:57	7:08:07	0:70:8:07
26	0,1405	0:40	7:28	1	2	1	0,167	0:26	0:00:00		0:00:00		0:00:00	0:75:5:17	7:55:17	0:75:5:17	
27	0,83173	0:03	7:32	2	1	2	2,146	0:35		0:00:00		0:00:00		0:00:00	0:80:8:00	8:08:00	0:80:8:00
28	0,41458	0:18	7:50	1	2	1	0,856	0:29	0:00:4:43		0:00:4:43		0:0:4:43	0:82:5:08	8:25:08	0:82:5:08	
29	0,16523	0:37	8:27	1	1	2	1,132	0:31	0:00:00	0:00:00			0:00:00	0:88:5:54	8:58:54	0:88:5:54	
30	0,78766	0:04	8:32	2	2	1	1,065	0:30			0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:09:0:32	9:03:32	0:09:0:32	
31	0,35058	0:21	8:54	1	1	2	0,858	0:29	0:00:4:28	0:00:4:28				0:00:4:28	9:28:45	9:28:45	0:09:28:45
32	0,1714	0:36	9:30	1	2	1	-0,372	0:24	0:00:00		0:00:00		0:00:00	0:95:5:15	9:55:15	0:95:5:15	
33	0,7109	0:07	9:37	2	1	2	-0,22	0:25		0:00:00		0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:00:2:59	1:00:2:59	1:00:2:59
34	0,54178	0:12	9:50	2	2	1	-0,85	0:22			0:00:4:35	0:0:12:20	0:0:4:35	1:02:5:10	10:17:25	1:01:7:25	
35	0,97612	0:00	9:51	2	1	2	0,786	0:29		0:01:15:0		0:0:34:00		0:01:15:0	10:54:42	10:32:32	1:03:32
36	0,29267	0:25	10:16	1	2	1	1,55	0:32	0:00:00		0:00:00		0:00:50	1:04:9:33	10:50:24	1:05:0:24	
37	0,65977	0:08	10:25	2	1	2	0,284	0:27		0:00:7:20		0:0:29:31		0:00:7:20	11:21:59	10:59:48	1:05:9:48
38	0,8179	0:04	10:29	2	2	1	-0,013	0:25			0:02:10:3	0:0:52:38	0:21:0:3	11:47:55	11:16:20	1:11:6:20	
39	0,27197	0:26	10:56	1	1	2	0,397	0:27	0:00:00	0:00:3:31				0:00:3:31	11:24:04	11:27:35	1:12:7:35
40	0,97047	0:00	10:56	2	2	1	0,65	0:28			0:0:19:26	0:0:51:01	0:19:26	12:16:51	11:45:16	1:11:45:16	
41	0,3396	0:22	11:19	1	1	2	0,212	0:26	0:00:4:49	0:00:8:21				0:00:8:21	11:51:01	11:54:33	1:11:54:33
42	0,35853	0:21	11:40	1	2	1	0,848	0:29	0:01:0:33		0:00:4:47		0:0:4:47	12:20:50	12:15:05	1:12:15:05	
43	0,84755	0:03	11:43	2	1	2	0,914	0:30		0:01:0:39		0:0:32:57		0:01:0:39	12:46:57	12:24:39	1:12:24:39
44	0,83113	0:03	11:47	2	2	1	1,292	0:31			0:02:7:21	0:0:59:14	0:27:21	13:18:46	12:46:53	1:12:46:53	
45	0,79401	0:04	11:52	2	1	2	0,012	0:26		0:03:21:0		0:1:26:17		0:03:21:0	13:44:50	12:50:43	1:13:50:43
46	0,9644	0:00	11:53	2	2	1	1,132	0:31			0:05:33:9	0:1:51:35	0:53:39	14:15:55	13:17:59	1:13:17:59	
47	0,28966	0:25	12:18	1	1	2	1,505	0:32	0:00:1:58	0:0:31:50				0:03:1:50	12:53:37	13:23:29	1:13:23:29
48	0,76542	0:05	12:24	2	2	1	-1,189	0:20			0:05:33:5	0:1:51:31	0:53:35	14:36:34	13:38:38	1:13:38:38	
49	0,74765	0:06	12:30	2	1	2	0,039	0:26		0:05:30:4		0:2:06:09		0:05:30:4	15:02:45	13:49:40	1:13:49:40
50	0,39727	0:19	12:49	1	2	1	1,565	0:33	0:00:4:05		0:0:49:07		0:49:07	13:26:39	14:11:41	1:14:11:41	
51	0,91783	0:01	12:51	2	1	2	-0,482	0:23		0:05:8:22		0:2:11:27		0:05:8:22	15:26:35	14:13:29	1:14:13:29
52	0,42208	0:17	13:09	1	2	1	-1,847	0:17	0:01:7:31		0:1:02:32		1:02:32	13:44:21	14:29:22	1:14:29:22	
53	0,3124	0:24	13:33	1	1	2	0,73	0:29	0:01:1:08	0:0:40:16				0:04:0:16	14:13:38	14:42:47	1:14:42:47
54	0,99539	0:00	13:33	2	2	1	-1,014	0:21			0:05:60:3	0:1:53:16	0:56:03	15:48:01	14:50:48	1:14:50:48	
55	0,93689	0:01	13:34	2	1	2	0,116	0:26		0:1:08:07		0:2:13:21		0:10:8:07	16:14:32	15:09:18	1:15:09:18
56	0,94153	0:01	13:35	2	2	1	0,446	0:28			0:1:14:54	0:2:38:38	1:14:54	16:42:33	15:18:49	1:15:18:49	
57	0,2396	0:29	14:05	1	1	2	0,084	0:26	0:00:8:10	0:1:03:50				0:10:3:50	14:40:00	15:35:41	1:15:35:41
58	0,25457	0:28	14:33	1	2	1	-0,022	0:25	0:00:6:14		0:0:45:02		0:45:02	15:05:54	15:44:43	1:15:44:43	
59	0,48024	0:15	14:48	1	1	2	0,759	0:29	0:01:6:57	0:0:46:43				0:04:6:43	15:35:19	16:05:05	1:16:05:05
60	0,24721	0:28	15:17	1	2	1	-1,21	0:20	0:01:7:27		0:0:26:51		0:26:51	15:55:53	16:05:16	1:16:05:16	

Продовження додатку В.2

61	0,59788	0:10	15:28	2	1	2	-1,792	0:17		00:36:35		01:14:02		00:36:35	17:00:29	16:23:02
62	0,44236	0:16	15:45	1	2	1	-0,379	0:24	00:10:30		00:19:53		0:19:53		16:20:10	16:29:34
63	0,1431	0:40	16:25	1	1	2	1,194	0:31	00:00:00	00:00:00				00:00:00	16:56:59	16:56:59
64	0,95495	0:00	16:26	2	2	1	-0,134	0:25			00:03:00	00:33:55	0:03:00		17:25:53	16:54:57
65	0,15155	0:39	17:05	1	1	1	0,282	0:27	00:00:00	00:00:00	00:00:00				17:32:52	17:32:52
66	0,3944	0:19	17:24	1	2	2	0,119	0:26	00:08:01				0:00:00	00:00:00	17:59:24	17:51:23
67	0,50899	0:13	17:38	2	1	1	0,311	0:27		00:00:00	00:00:00	00:00:00			18:06:13	18:06:13
68	0,70442	0:07	17:46	2	2	2	0,251	0:27				00:20:09	0:05:19	00:05:19	18:33:21	18:18:31
69	0,23656	0:29	18:15	1	1	1	0,517	0:28	00:00:00	00:00:00	00:00:00				18:44:13	18:44:13
70	0,17436	0:36	18:52	1	2	2	0,665	0:29	00:00:00				0:00:00	00:00:00	19:21:01	19:21:01
71	0,4674	0:15	19:07	1	1	1	-1,559	0:18	00:13:15	00:00:00	00:00:00				19:40:01	19:26:45
72	0,60179	0:10	19:18	2	2	2	-0,759	0:22				00:00:00	0:02:45	00:02:45	19:40:52	19:43:37
73	0,24494	0:29	19:47	1	1	1	0,327	0:27	00:00:00	00:00:00	00:00:00				20:14:51	20:14:51
74	0,88823	0:02	19:49	2	2	2	0,189	0:26				00:00:00	0:00:00	00:00:00	20:16:41	20:16:41
75	0,97444	0:00	19:50	2	1	1	0,548	0:28		00:24:29	00:24:29	00:26:19			20:45:09	20:43:19
76	0,7766	0:05	19:55	2	2	2	-0,772	0:22				00:49:33	0:21:05	00:21:05	21:07:41	20:39:13
77	0,81957	0:04	19:59	2	1	2	1,192	0:31		00:43:36		01:07:58		00:39:30	21:39:02	21:14:41
78	0,91335	0:01	20:01	2	2	1	1,099	0:30			00:41:44	01:37:27	0:37:37		22:09:59	21:10:09
79	0,91896	0:01	20:03	2	1	2	0,395	0:27		01:11:21		02:06:39		01:07:14	22:37:46	21:42:28
80	0,34858	0:21	20:25	1	2	1	0,811	0:29	00:00:00		00:49:07		0:45:01		20:54:48	21:39:48
81	0,91047	0:01	20:27	2	1	2	-0,395	0:24		01:15:22		02:10:41		01:11:16	23:01:59	22:06:41
82	0,79544	0:04	20:31	2	2	1	2,509	0:37			01:12:06	02:30:10	1:07:59		23:39:17	22:17:06
83	0,17229	0:36	21:08	1	1	2	0,593	0:28	00:00:00	00:58:29				00:54:22	21:36:52	22:35:21
84	0,73857	0:06	21:14	2	2	1	1,063	0:30			01:06:44	02:24:48	1:02:37		00:10:04	22:47:53
85	0,1557	0:38	21:52	1	1	2	-0,088	0:25	00:00:00	00:42:24				00:38:17	22:18:33	23:00:57
86	0,74554	0:06	21:59	2	2	1	0,059	0:26			00:52:57	02:11:02	0:48:51		00:36:19	23:14:09
87	0,50515	0:14	22:13	2	1	2	-1,64	0:18		00:47:48		02:23:10		00:43:41	00:54:57	23:19:34
88	0,56975	0:11	22:24	2	2	2	-1,073	0:21				02:30:09	0:49:21	00:50:40	01:16:07	23:35:19
89	0,13308	0:41	23:06	1	1	1	-0,851	0:22	00:00:00	00:13:03	00:11:44				23:28:42	23:41:45
90	0,7022	0:07	23:13	2	2	2	-1,202	0:20				02:02:17	0:21:29	00:22:48	01:36:42	23:55:54
91	0,97813	0:00	23:14	2	1	1	0,796	0:29		00:27:27	00:26:08	02:22:25			02:06:17	0:11:20
92	0,881	0:02	23:16	2	2	2	-0,066	0:25				02:49:22	0:38:59	00:40:19	02:31:59	0:21:37
93	0,25486	0:28	23:45	1	1	1	-0,624	0:23	00:00:00	00:26:08	00:24:48				00:08:24	0:34:31
94	0,57695	0:11	23:56	2	2	2	-0,768	0:22				02:35:25	0:25:02	00:26:21	02:54:32	0:44:09
1	0,83183	0:03	00:0	2	1	1	-2,081	0:16		00:34:08	00:32:48	02:54:09			03:11:10	0:51:09
2	0,24713	0:28	0:29	1	2	2	0,625	0:28	00:00:00				0:14:51	00:16:10	00:58:07	1:12:58
3	0,4798	0:15	0:44	1	1	1	0,677	0:29	00:13:37	00:06:39	00:05:20				01:27:10	1:20:12
4	0,25484	0:28	1:12	1	2	2	1,131	0:31	00:14:23				0:00:11	00:01:30	01:58:16	1:44:03
5	0,50348	0:14	1:26	2	1	1	-0,043	0:25		00:00:00	00:00:00	01:44:11			03:36:59	1:52:48
6	0,43523	0:17	1:44	1	2	2	-1,092	0:21	00:14:04				0:00:00	00:01:11	02:19:21	2:05:17
7	0,98602	0:00	1:44	2	1	1	1,287	0:31		00:08:18	00:08:18	01:52:29			04:08:46	2:24:35
8	0,9301	0:01	1:45	2	2	2	1,125	0:31				02:22:47	0:19:18	00:20:28	04:39:50	2:36:21
9	0,24799	0:28	2:14	1	1	1	1,711	0:33	00:04:30	00:09:45	00:05:29				02:53:03	2:58:17
10	0,81368	0:04	2:19	2	2	2	-0,659	0:23				02:20:44	0:17:15	00:18:25	05:02:52	2:59:23
11	0,47619	0:15	2:34	1	1	1	-0,213	0:25	00:18:35	00:23:50	00:19:34				03:18:05	3:23:20
12	0,13356	0:41	3:16	1	2	2	-0,291	0:24	00:01:59				0:00:00	00:00:00	03:42:47	3:40:48
13	0,53123	0:13	3:29	2	1	1	0,665	0:29		00:00:00	00:00:00	01:33:40			05:31:52	3:58:11
14	0,54981	0:12	3:41	2	2	2	1,194	0:31				01:50:17	0:00:00	00:00:00	06:03:14	4:12:57
15	0,23989	0:29	4:11	1	1	1	0,453	0:28	00:00:00	00:00:00	00:00:00				04:39:09	4:39:09
16	0,5916	0:10	4:21	2	2	2	-0,241	0:24				01:41:16	0:00:00	00:00:00	06:28:09	4:46:53
17	0,80962	0:04	4:26	2	1	1	0,563	0:28		00:12:49	00:12:49	02:01:49			06:56:41	5:07:41
18	0,4763	0:15	4:41	1	2	2	-1,516	0:19	00:00:00				0:05:12	00:05:12	05:00:52	5:06:04
19	0,88072	0:02	4:44	2	1	2	-1,272	0:20		00:23:22		02:12:22		00:21:45	07:16:57	5:27:57
20	0,19461	0:33	5:18	1	2	1	-0,726	0:22	00:00:00		00:00:00		0:00:00		05:40:54	5:40:54
21	0,76351	0:05	5:23	2	1	2	1,788	0:34		00:04:12		01:53:12		00:02:35	07:51:00	6:02:00
22	0,90282	0:02	5:25	2	2	1	-0,192	0:25				00:15:02	02:25:08	0:15:02	08:16:08	6:06:03
23	0,62424	0:09	5:35	2	1	2	-1,303	0:20		00:26:23		02:40:31		00:24:46	08:36:17	6:22:08
24	0,49862	0:14	5:50	1	2	1	-1,103	0:21	00:00:00		00:16:01		0:16:01		06:11:03	6:27:05
25	0,92549	0:01	5:51	2	1	2	1,181	0:31		00:30:31		02:44:39		00:28:54	09:07:35	6:53:27
26	0,88357	0:02	5:54	2	2	1	0,58	0:28			00:32:54	03:13:24	0:32:54		09:36:12	6:55:41
27	0,35973	0:21	6:15	1	1	2	-0,151	0:25	00:00:00	00:38:07				00:36:30	06:40:39	7:18:46
28	0,69428	0:07	6:22	2	2	1	-0,712	0:22			00:32:48	03:13:19	0:32:48		09:59:00	7:18:29
29	0,33679	0:22	6:45	1	1	2	-0,149	0:25	00:00:00	00:33:22				00:31:45	07:10:44	7:44:06
30	0,19458	0:33	7:19	1	2	1	0,526	0:28	00:00:00		00:00:00		0:00:00		07:47:38	7:47:38
31	0,24788	0:28	7:48	1	1	2	-0,027	0:25	00:00:00	00:00:00				00:00:00	08:14:00	8:14:00
32	0,9972	0:00	7:48	2	2	1	-0,154	0:25			00:00:00	02:10:49	0:00:00		10:24:18	8:13:30
33	0,18448	0:34	8:23	1	1	1	2,537	0:37	00:00:00	00:00:00	00:00:00				09:00:34	9:00:34
34	0,97374	0:00	8:23	2	2	2	0,132	0:26				02:00:36	0:00:00	00:00:00	10:50:54	8:50:18
35	0,68806	0:07	8:31	2	1	2	-0,265	0:24		00:29:08		02:19:27		00:18:52	11:15:42	9:25:23
36	0,48382	0:15	8:46	1	2	1	-0,539	0:23	00:14:07		00:14:07		0:03:50		09:24:09	9:13:52

Продовження додатку В.3

37	0,82946	003	8:50	2	1	2	-0,957	021	00:35:03	00:35:03	02:25:22	00:24:47	11:37:24	9:47:04	09:36:48
38	0,48114	015	9:05	1	2	1	-0,654	023	00:18:41	00:18:41	00:08:24	00:24:47	09:47:12	9:36:56	09:47:12
39	0,70054	007	9:12	2	1	2	-0,337	024	00:34:14	00:34:14	02:24:34	00:23:58	12:01:53	10:11:33	10:01:17
40	0,7496	005	9:18	2	2	1	-0,871	022		00:28:25	02:43:05	0:18:08	12:23:58	9:59:01	10:09:17
41	0,7885	004	9:23	2	1	2	0,335	027	00:47:51	00:47:51	03:00:15	00:37:34	12:51:28	10:39:04	10:28:47
42	0,5301	013	9:36	2	2	1	1,076	030		00:32:26	03:14:38	0:22:10	13:22:19	10:29:51	10:40:08
43	0,57782	011	9:48	2	1	2	0,277	027	00:50:52	00:50:52	03:34:07	00:40:36	13:49:33	11:06:19	10:56:02
44	0,14799	039	10:27	1	2	1	0,97	030	00:00:00	00:12:24		0:02:08	10:58:05	11:00:13	11:10:29
45	0,6804	007	10:35	2	1	2	1,61	033	00:30:37	00:30:37	03:13:52	00:20:21	14:22:48	11:39:33	11:29:17
46	0,59105	010	10:46	2	2	1	-0,154	025		00:23:55	03:36:14	0:13:39	14:48:07	11:25:32	11:35:48
47	0,90337	002	10:48	2	1	2	0,533	028	00:50:53	00:50:53	03:59:26	00:40:37	15:16:30	12:07:57	11:57:41
48	0,3331	022	11:11	1	2	1	1,357	032	00:00:00	00:24:23		0:14:07	11:43:31	11:57:38	12:07:54
49	0,8331	003	11:15	2	1	2	1,537	032	00:52:46	00:52:46	04:01:19	00:42:29	15:49:25	12:40:52	12:30:36
50	0,33465	022	11:37	1	2	1	-1,201	020	00:05:41	00:05:41	00:30:04	0:19:48	12:04:07	12:18:14	12:28:30
51	0,64935	021	11:59	1	1	1	-0,385	024	00:04:31	00:04:31	00:28:54		12:28:23	13:05:08	12:52:46
52	0,8864	002	12:02	2	2	2	-1,043	021		00:00:00	03:47:20	0:16:08	00:28:30	16:10:44	12:39:32
53	0,88373	002	12:04	2	1	2	-0,155	025	01:00:29	01:00:29	04:06:05	00:47:15	16:36:02	13:30:26	13:17:12
54	0,44515	016	12:21	1	2	1	0,802	029	00:06:59	00:06:59	00:31:22	0:18:08	12:58:00	13:09:09	13:22:23
55	0,95736	000	12:22	2	1	2	-0,821	022	01:08:09	01:08:09	04:13:44	00:54:55	16:58:20	13:52:45	13:39:31
56	0,40618	018	12:40	1	2	1	1,339	032	00:17:03	00:17:03	00:41:26	0:28:12	13:30:01	13:41:10	13:54:24
57	0,25551	028	13:09	1	1	2	-0,162	025	00:20:51	00:20:51	00:43:35		00:30:21	13:55:17	14:18:01
58	0,30139	024	13:33	1	2	1	-2,288	015	00:21:18	00:21:18	00:20:25	0:07:11	14:11:00	13:56:32	14:10:06
59	0,30728	024	13:58	1	1	2	-1,367	019	00:12:36	00:12:36	00:19:37		00:06:23	14:30:50	14:37:52
60	0,16143	037	14:36	1	2	1	-0,903	021	00:00:00	00:00:00		0:00:00	14:58:04	14:58:04	14:58:04
61	0,59543	010	14:46	2	1	2	-0,34	024	00:00:00	00:00:00	02:11:29	00:00:00	17:22:49	15:11:20	15:11:20
62	0,83659	003	14:50	2	2	1	-0,205	025		00:07:31	02:32:16	0:07:31	17:47:53	15:23:09	15:23:09
63	0,50436	014	15:04	2	1	2	-1,342	019	00:06:37	00:06:37	02:43:11	00:06:37	18:07:51	15:31:17	15:31:17
64	0,63457	009	15:14	2	2	1	-0,792	022		00:09:01	02:53:44	0:09:01	18:30:17	15:45:35	15:45:35
65	0,63941	009	15:23	2	1	2	-2,55	014	00:07:55	00:07:55	03:06:55	00:07:55	18:44:49	15:45:49	15:45:49
66	0,34068	022	15:45	1	2	1	0,357	027	00:00:00	00:00:00		0:00:00	16:13:15	16:13:15	16:13:15
67	0,80912	004	15:50	2	1	2	6,976	057	00:00:00	00:00:00	02:54:47	00:00:00	19:42:12	16:47:25	16:47:25
68	0,10178	047	16:37	1	2	1	-0,849	022	00:00:00	00:00:00		0:00:00	16:59:29	16:59:29	16:59:29
69	0,95484	000	16:38	2	1	2	-0,219	025	00:09:10	00:09:10	03:03:56	00:09:10	20:07:13	17:12:26	17:12:26
70	0,31186	024	17:02	1	2	1	-0,999	021	00:00:00	00:00:00		0:00:00	17:23:52	17:23:52	17:23:52
71	0,17935	035	17:37	1	1	2	1,171	031	00:00:00	00:00:00			18:09:12	18:09:12	18:09:12
72	0,22047	031	18:09	1	2	1	-0,001	026	00:00:00	00:00:00		0:00:00	18:35:12	18:35:12	18:35:12
73	0,15537	038	18:47	1	1	2	0,13	026	00:00:00	00:00:00			19:14:19	19:14:19	19:14:19
74	0,56988	011	18:59	2	2	1	0,591	028		00:00:00	01:07:51	0:00:00	20:35:52	19:28:01	19:28:01
75	0,97627	000	18:59	2	1	2	-0,487	023	00:14:27	00:14:27	01:36:01	00:14:27	20:59:41	19:38:07	19:38:07
76	0,71641	006	19:06	2	2	1	-1,048	021		00:21:16	01:52:55	0:21:16	21:20:58	19:49:18	19:49:18
77	0,68017	007	19:14	2	1	2	0,984	030	00:23:23	00:23:23	02:06:14	00:23:23	21:51:24	20:08:33	20:08:33
78	0,92423	001	19:16	2	2	1	1,217	031		00:32:57	02:35:02	0:32:57	22:22:52	20:20:47	20:20:47
79	0,68537	007	19:24	2	1	2	-1,008	021	00:44:22	00:44:22	02:58:41	00:44:22	22:44:20	20:30:01	20:30:01
80	0,93873	001	19:25	2	2	1	-0,596	023		00:55:18	03:18:51	0:55:18	23:07:39	20:44:06	20:44:06
81	0,50502	014	19:39	2	1	2	0,085	026	00:50:23	00:50:23	03:28:02	00:50:23	23:34:02	20:56:24	20:56:24
82	0,15009	039	20:18	1	2	1	-0,031	025	00:17:03	00:17:03	00:25:14	0:25:14	21:01:47	21:09:58	21:09:58
83	0,15586	038	20:57	1	1	2	-0,792	022	00:04:27	00:04:27		0:00:00	21:24:13	21:19:45	21:19:45
84	0,58323	011	21:08	2	2	1	-0,772	022		00:01:29	02:25:34	0:01:29	23:56:34	21:32:29	21:32:29
85	0,72064	006	21:15	2	1	2	0,073	026	00:04:30	00:04:30	02:41:19	00:04:30	00:22:53	21:46:05	21:46:05
86	0,87472	002	21:18	2	2	1	0,935	030		00:14:28	03:04:52	0:14:28	00:53:06	22:02:42	22:02:42
87	0,41703	018	21:36	1	1	2	1,565	033	00:00:00	00:09:58		00:09:58	22:09:10	22:19:08	22:19:08
88	0,70819	007	21:43	2	2	1	-0,482	023		00:19:26	03:09:50	0:19:26	01:16:56	22:26:32	22:26:32
89	0,13499	041	22:24	1	1	2	-1,847	017	00:00:00	00:00:00			00:00:00	22:42:23	22:42:23
90	0,37949	020	22:44	1	2	1	0,73	029	00:00:00	00:00:00	00:00:00	0:00:00	23:14:01	23:14:01	23:14:01
91	0,15475	038	23:23	1	1	2	-1,014	021	00:00:00	00:00:00		0:00:00	23:44:47	23:44:47	23:44:47
92	0,46703	015	23:39	1	2	1	0,116	026	00:05:41	00:05:41		0:00:00	00:11:18	0:05:37	0:05:37
1	0,35398	021	0:00	1	1	2	0,446	028	00:10:43	00:10:43		0:00:00	00:39:18	0:28:35	0:28:35
2	0,98029	000	0:01	2	2	1	0,084	026		00:04:37	01:15:56	0:04:37	01:43:18	0:32:00	0:32:00
3	0,91267	001	0:02	2	1	2	-0,022	025	00:25:42	00:25:42	01:40:25	00:25:42	02:09:12	0:54:29	0:54:29
4	0,88231	002	0:05	2	2	1	0,759	029		00:26:31	02:03:44	0:26:31	02:38:37	1:01:25	1:01:25
5	0,9408	001	0:06	2	1	2	-1,21	020	00:47:45	00:47:45	02:31:53	00:47:45	02:59:11	1:15:03	1:15:03
6	0,9621	000	0:07	2	2	1	-1,792	017		00:53:52	02:51:39	0:53:52	03:17:07	1:19:21	1:19:21
7	0,78282	005	0:12	2	1	2	-0,379	024	01:02:27	01:02:27	03:04:31	01:02:27	03:41:25	1:39:20	1:39:20
8	0,10039	047	1:00	1	2	1	1,194	031	00:00:00	00:19:11		0:19:11	01:31:32	1:50:43	1:50:43
9	0,19572	033	1:33	1	1	2	-0,134	025	00:00:00	00:05:26		0:00:26	01:59:18	2:04:44	2:04:44
10	0,9306	001	1:35	2	2	1	0,282	027		00:15:19	02:06:01	0:15:19	04:08:41	2:17:59	2:17:59
11	0,89518	002	1:37	2	1	2	0,119	026	00:21:37	00:21:37	02:31:00	00:27:03	04:35:13	2:25:50	2:25:50
12	0,90041	002	1:39	2	2	1	0,311	027		00:38:08	02:55:21	0:38:08	05:02:37	2:45:23	2:45:23
13	0,39851	019	1:58	1	1	2	0,251	027	00:00:25	00:26:57		00:32:23	02:26:26	2:52:58	2:52:58
14	0,8802	002	2:01	2	2	1	0,517	028		00:43:51	03:01:05	0:43:51	05:30:56	3:13:43	3:13:43
15	0,71068	007	2:08	2	1	2	0,665	029	00:44:22	00:44:22	03:22:21	00:49:48	05:59:56	3:21:58	3:21:58

Продовження додатку В.4

16	0,53457	0,12	2,21	2	2	1	-1,559	0,18			005209	03:38:23	0:52:09		06:18:55	3:32:42	0:33:43	
17	0,6513	0,08	2,30	2	1	2	-0,759	0,22		005132		03:48:29		005658	06:41:30	3:44:33	0:34:59	
18	0,71744	0,06	2,37	2	2	1	0,327	0,27			005524	04:04:12	0:55:24		07:08:58	4:00:10	0:40:00	
19	0,9858	0,00	2,37	2	1	2	0,189	0,26		010637		04:31:23		011223	07:35:49	4:11:24	0:41:60	
20	0,59358	0,10	2,48	2	2	1	0,548	0,28			011147	04:47:26	1:11:47		08:04:17	4:28:38	0:42:38	
21	0,60442	0,10	2,58	2	1	2	-0,772	0,22		011236		05:05:29		011802	08:26:49	4:33:55	0:43:21	
22	0,1405	0,40	3,39	1	2	1	1,192	0,31	000000		004914		0:49:14		04:10:46	5:00:00	0:50:00	
23	0,83173	0,03	3,43	2	1	2	1,099	0,30		005042		04:43:36		005608	08:57:46	5:04:52	0:51:08	
24	0,41458	0,18	4,01	1	2	1	0,395	0,27	000000		005834		0:58:34		04:29:13	5:27:47	0:52:47	
25	0,16523	0,37	4,38	1	1	2	0,811	0,29	000000	002611				003137	05:08:20	5:34:31	0:53:57	
26	0,78766	0,04	4,43	2	2	1	-0,395	0,24			004409	04:14:08	0:44:09		09:21:59	5:52:00	0:52:00	
27	0,35058	0,21	5,05	1	1	2	2,509	0,37	000301	002912				003438	05:45:37	6:11:48	0:61:14	
28	0,1714	0,36	5,41	1	2	1	0,593	0,28	000349		001012		0:10:12		06:14:18	6:20:40	0:62:40	
29	0,7109	0,07	5,48	2	1	2	1,063	0,30		002257		03:33:07		002823	09:52:46	6:42:35	0:64:80	
30	0,54178	0,12	6,01	2	2	1	-0,088	0,25			001908	03:51:14	0:19:08		10:18:22	6:46:16	0:64:16	
31	0,97612	0,00	6,02	2	1	2	0,059	0,26		004033		04:16:20		004559	10:44:38	7:08:51	0:71:47	
32	0,29267	0,25	6,27	1	2	1	-1,64	0,18	000000		001849		0:18:49		06:46:05	7:04:53	0:70:53	
33	0,65977	0,08	6,36	2	1	1	-1,073	0,21		003247	002849	04:08:34			11:05:48	7:30:02	0:72:64	
34	0,63941	0,09	6,45	2	2	2	-0,851	0,22				04:20:29	0:19:34	002858	11:27:59	7:27:04	0:73:67	
35	0,34068	0,22	7,07	1	1	1	-1,202	0,20	000000	002226	001828				07:28:11	7:50:37	0:74:39	
36	0,80912	0,04	7,11	2	2	2	0,796	0,29				04:16:00	0:15:05	002429	11:57:34	7:56:39	0:80:02	
37	0,10178	0,47	7,59	1	1	1	-0,066	0,25	000000	000000	000000				08:24:57	8:24:57	0:82:57	
38	0,95484	0,00	8,00	2	2	2	-0,624	0,23				03:57:21	0:00:00	000550	12:20:45	8:23:24	0:82:94	
39	0,31186	0,24	8,24	1	1	1	2,073	0,35	000038	000038	000038				09:00:17	9:00:17	0:90:01	
40	0,17935	0,35	8,59	1	2	2	-1,683	0,18	000025					0:00:00	000000	09:18:43	9:18:18	0:91:18
41	0,22047	0,31	9,31	1	1	1	0,513	0,28	000000	000000	000000				09:59:28	9:59:28	0:92:28	
42	0,15537	0,38	10,09	1	2	2	0,195	0,26	000000					0:00:00	000000	10:36:33	10:36:33	1:03:33
43	0,56988	0,11	10,21	2	1	1	0,165	0,26		000000	000000	01:59:26			12:47:30	10:48:03	1:04:03	
44	0,97627	0,00	10,21	2	2	2	0,121	0,26				02:25:41	0:14:45	001445	13:14:02	11:03:06	1:10:06	
45	0,71641	0,06	10,28	2	1	1	-0,126	0,25		001921	001921	02:45:20			13:39:28	11:13:29	1:11:29	
46	0,68017	0,07	10,36	2	2	2	-1,108	0,21				03:02:47	0:26:25	002625	14:00:29	11:24:07	1:12:40	
47	0,92423	0,01	10,38	2	1	1	-0,728	0,22		003510	003510	03:22:10			14:23:13	11:36:13	1:13:13	
48	0,68537	0,07	10,46	2	2	2	0,066	0,26				03:37:05	0:37:59	003759	14:49:30	11:50:25	1:15:25	
49	0,93873	0,01	10,47	2	1	1	-1,361	0,19		004846	004846	04:02:04			15:09:23	11:56:05	1:15:05	
50	0,50502	0,14	11,01	2	2	2	-1,799	0,17				04:07:49	0:48:50	004850	15:27:17	12:08:19	1:20:19	
51	0,15009	0,39	11,40	1	1	1	-0,672	0,22	000000	000000	001517				12:03:47	12:03:47	1:21:04	
52	0,15586	0,38	12,19	1	2	2	0,197	0,26	000000					0:00:00	000000	12:46:09	12:46:09	1:24:09
53	0,58323	0,11	12,30	2	1	1	1,83	0,34		000000	000000	02:56:52			16:01:31	13:04:40	1:30:40	
54	0,72064	0,06	12,37	2	2	2	-0,318	0,24				03:24:19	0:08:57	000857	16:26:05	13:10:43	1:31:43	
55	0,87472	0,02	12,39	2	1	1	0,598	0,28		002441	002441	03:46:07			16:54:47	13:33:21	1:33:21	
56	0,97251	0,00	12,40	2	2	2	-0,145	0,25				04:14:14	0:30:11	003011	17:20:08	13:36:04	1:33:04	
57	0,98358	0,00	12,40	2	1	1	0,009	0,26		005228	005228	04:39:14			17:46:10	13:59:23	1:35:23	
58	0,88287	0,02	12,43	2	2	2	-0,28	0,24				05:02:42	0:52:36	005236	18:10:55	14:00:49	1:40:49	
59	0,79361	0,04	12,48	2	1	1	0,072	0,26		011108	011108	05:22:40			18:37:14	14:25:43	1:42:53	
60	0,11199	0,45	13,33	1	2	2	-0,065	0,25	000000				0:27:16	002716	13:59:15	14:26:31	1:42:31	
61	0,16753	0,36	14,10	1	1	1	-0,976	0,21	000000	000000	001512				14:32:07	14:32:07	1:44:19	
62	0,92825	0,01	14,12	2	2	2	-0,521	0,23				04:25:11	0:14:28	001428	19:00:53	14:50:10	1:45:10	
63	0,19	0,34	14,46	1	1	1	-1,38	0,19	000000	000000	000055				15:06:12	15:06:12	1:50:07	
64	0,34723	0,21	15,08	1	2	2	0,167	0,26	000000					0:00:00	000000	15:35:03	15:35:03	1:53:03
65	0,75745	0,05	15,14	2	1	1	2,146	0,35		000000	000000	03:46:51			19:36:33	15:49:42	1:54:42	
66	0,98889	0,00	15,14	2	2	2	0,856	0,29				04:22:16	0:20:46	002046	20:06:24	16:04:54	1:60:54	
67	0,25294	0,28	15,42	1	1	1	1,132	0,31	000000	000659	000659				16:13:49	16:20:48	1:62:48	
68	0,10002	0,47	16,30	1	2	2	1,065	0,30	000000					0:00:00	000000	17:01:09	17:01:09	1:71:09
69	0,28716	0,25	16,56	1	1	1	0,858	0,29	000459	000000	000000				17:31:00	17:26:02	1:72:02	
70	0,58206	0,11	17,07	2	2	2	-0,372	0,24				02:59:02	0:00:00	000000	20:30:43	17:31:41	1:73:41	
71	0,4187	0,18	17,25	1	1	1	-0,22	0,25	000538	000039	000039				17:56:01	17:51:02	1:75:02	
72	0,4215	0,17	17,43	1	2	2	-0,85	0,22	001246					0:00:00	000000	18:18:11	18:05:25	1:80:25
73	0,90815	0,02	17,45	2	1	1	0,786	0,29		000548	000548	02:45:29			21:00:16	18:20:34	1:82:34	
74	0,60841	0,10	17,55	2	2	2	1,55	0,32				03:04:44	0:09:54	000954	21:33:14	18:38:24	1:83:24	
75	0,78745	0,04	18,00	2	1	1	0,284	0,27		002006	002006	03:32:46			22:00:31	18:47:51	1:84:51	
76	0,85371	0,03	18,03	2	2	2	-0,013	0,25				03:56:46	0:34:40	003440	22:26:27	19:04:20	1:90:20	
77	0,80441	0,04	18,08	2	1	1	0,397	0,27		003937	003937	04:18:13			22:54:15	19:15:38	1:91:38	
78	0,86432	0,03	18,11	2	2	2	0,65	0,28				04:42:59	0:53:05	005305	23:23:10	19:33:16	1:93:16	
79	0,92312	0,01	18,12	2	1	1	0,212	0,26		010243	010243	05:10:15			23:50:07	19:42:36	1:94:36	
80	0,85664	0,03	18,16	2	2	2	-1,303	0,20				05:34:00	1:17:09	011709	00:10:15	19:53:24	1:95:24	
81	0,20273	0,33	18,49	1	1	1	-1,103	0,21	000000	000000	005327				19:10:10	19:10:10	2:00:38	
82	0,52583	0,13	19,02	2	2	2	1,181	0,31				05:07:49	0:50:58	005058	00:41:34	20:24:43	2:02:43	
83	0,2378	0,29	19,32	1	1	1	0,58	0,28	000000	000000	003129				20:00:46	20:00:46	2:03:14	
84	0,97365	0,00	19,32	2	2	2	-0,151	0,25				05:08:55	0:52:03	005203	01:06:54	20:50:02	2:05:02	
85	0,19952	0,33	20,06	1	1	1	-0,712	0,22	000000	000000	002614				20:28:48	20:28:48	2:05:02	
86	0,56988	0,11	20,17	2	2	2	-0,149	0,25				04:49:15	0:32:24	003224	01:32:13	21:15:22	2:11:22	
87	0,97627	0,00	20,18	2	1	1	0,526	0,28		001040	003654	05:14:05			02:00:35	20:57:10	2:13:24	
88	0,71641	0,06	20,25	2	2	2	-0,027	0,25				05:35:33	0:50:20	005020	02:26:28	21:41:15	2:14:15	
89	0,68017	0,07	20,33	2	1	1	-0,154	0,25		002409	005023	05:53:27			02:51:47	21:22:29	2:14:83	
90	0,92423	0,01	20,34	2	2	2	2,537	0,37				06:17:08	1:06:36	010636	03:29:11	22:18:40		