

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

(інститут)

інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

студента **Смирнова Артема Володимировича**

(ПІБ)

академічної групи 124-20-2

(шифр)

спеціальності 124 – Системний аналіз

(код і назва спеціальності)

на тему: «Оптимізація процесу пасажирських перевезень міста в умовах ТОВ «Міський диспетчерський центр»»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Проф. Слесарев В.В.			
розділів:				
Інформаційно-аналітичний розділ	Проф. Слесарев В.В.			
Спеціальний розділ	Проф. Слесарев В.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	к.ф-м.н., доц. Хомяк Т.В.			

Дніпро

2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Системного аналізу та управління

(повна назва)

_____ к. т. н., доц. Т.А. Желдак

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня бакалавра

(бакалавра, магістра)

студенту Смирнова Артема Володимировича академічної групи 124-20-2

Спеціальності 124 - Системний аналіз

на тему: *«Розробка ефективного антикризового управління підприємством».*

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ №

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	<i>Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Обґрунтувати методи виконання поставлених завдань.</i>	10.11.2023- 30.12.2023
2. Спеціальний розділ	<i>Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Провести обґрунтування, вибір та здійснити реалізацію методів вирішення проблеми.</i>	01.01.2024- 05.06.2024

Завдання видано _____ д. т. н. проф. В.В. Слесарєв (підпис)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі: 10 грудня 2023 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 15 червня 2024 р.

Завдання прийняла до виконання _____ Смирнов Р.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: 60 с., 9 табл., 9 рис., 1 схема, 7 додатків, 12 літературних джерел.

Задачі управління транспортом для підприємства становлять чисельний клас економічних і соціальних задач. Правильне й своєчасне визначення найкращої стратегії управління рухом міського пасажирського транспорту загального користування, дає можливість ліквідувати непередбачувані простої процесу перевезення пасажирів автобусами, а також штрафи, обумовлені часом очікування пасажирів в черзі на зупинці. Таким чином, тема дипломної роботи має *актуальне значення*.

Об'єкт дослідження: діяльність ТОВ «Міський диспетчерський центр».

Предмет дослідження: процеси контролю кількості автобусів на кільцевому маршруті 87-А в годину пік, які відбуваються у середині системи управління підприємства ТОВ «Міський диспетчерський центр».

Мета досліджень: підвищення рівня процесу перевезення пасажирів та зменшення витрат на кільцевому маршруті 87-А за допомогою розробки програми імітаційного моделювання, зможемо з'ясувати необхідну кількість транспорту загального користування, в годину пік, для цього маршруту, що підвищить рівень рентабельності підприємства та корисність для городян.

У *вступі* подано стан проблеми, конкретизоване завдання на дипломну роботу.

В *інформаційно-аналітичному розділі* описана предметна область, функції підприємства, організація й управління транспортом, наведений аналіз обраного методу рішення й описана постановка задачі.

У *спеціальному розділі* наведені всі теоретичні відомості щодо обраних методів рішення, алгоритм моделі імітаційного моделювання, його блок-схема. Розроблена система та приведені результати щодо управління кількістю транспорту, приведені результати дослідження критеріїв Колмогорова, щодо гіпотези показникового закону та Пірсона, щодо гіпотези нормального закону розподілу.

Практична цінність даної роботи полягає в тому, що рішення поставленої задачі визначить необхідну кількість автобусів на кільцевому маршруті 87-А в годину пік, значно зменшить простої транспорту загального

користування, час очікування пасажирів та збільшить кількість перевезених пасажирів за зміну, що підвищить рівень рентабельності.

Ключові слова: УПРАВЛІННЯ КІЛЬКІСТЮ ТРАНСПОРТА, КІЛЬЦЕВИЙ МАРШРУТ, МАКСИМАЛЬНИЙ ПАСАЖИРОПОТІК, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, КРИТЕРІЙ КОЛМОГОРОВА, КРИТЕРІЙ ПІРСОНА.

ABSTRACT

Explanatory note to the thesis work: 60 sec. 9 tab., 9 Fig., 7 applications, 1 sch., 12 references.

The objectives of management of transport enterprises constitute the largest category of economic and social problems. Correct and timely determination of the best management strategy movement of city passenger transport of General use, gives you the opportunity to eliminate unexpected downtime of process of transportation of passengers by buses, as well as fines, due to the time waiting in the queue at the bus stop. Thus, the thesis is relevant.

The object of study: the activities of the LLC City dispatch center".

Subject of research: the processes of control of the number of buses on a circular route 87 And at peak hours that occur within the system of management of the enterprise "City dispatch center".

Research objective: increasing the level of the carriage of passengers and cost reduction on a circular route 87 And through the development of simulation programs, we can find the necessary amount of public transport in the rush hour, for this route, which will increase the profitability of the enterprise and usefulness to the citizens.

The introduction presents the state of the problem, specific assignment for a thesis.

In the information-analytical section describes the subject area, the functions of the enterprise, organization and transport management, the analysis of the selected method for solving the described problem statement.

In a special section provides all the theoretical information regarding the selected methods for the solution algorithm of the model simulation, its block diagram. The developed system and the results regarding the management of traffic, the results of a study of the Kolmogorov, hypotheses regarding indicative of the act and Pearson, regarding the hypothesis of the normal distribution.

The practical value of this work lies in the fact that the solution of this problem will determine the required number of buses on a circular route 87-A in rush hour, will greatly reduce idle time of transport, the waiting time of passengers and increase the number of passengers per shift, which will increase the level of profitability.

Keywords: CONTROLLING THE AMOUNT OF TRANSPORT,
CIRCULAR ROUTE, PEAK PASSENGER FLOW, SIMULATION MODELING,
THE KOLMOGOROV TEST, THE PEARSON CRITERIO

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	10
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	14
1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	15
1.1. Коротка характеристика підприємства і його діяльність	15
1.2. Системи управління транспортом та відомості про послуги	19
1.3. Основні цілі та завдання впровадження Системи	21
1.4. Система GPS-моніторингу та її технічне завдання	22
1.5. Аналіз обраного методу рішення	26
1.6. Постановка задачі дослідження	28
2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	29
2.1. Математична постановка задачі	29
2.2. Визначення параметрів та закону розподілу пасажирського потоку по експериментальним даним	31
2.3. Визначення параметра та закону розподілу потоку автобусів по експериментальним даним	39
2.4. Імітаційне моделювання процесу перевезення пасажирів	44
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТКИ	51
Додаток А	51
Додаток Б	52
Додаток В	53

ВСТУП

В наш час, транспорт загального користування, має достатню роль в житті людини. Від надійності, ефективності, безпеки та комфортабельності перевезення пасажирів, їх речей в багато чому залежить від автомобільних підприємств та департаменту транспорту та зв'язку. Вони в свою чергу вирішують проблеми та вдосконалюють транспортну систему в цілому.

Більшість українців кожного дня витрачає на транспортні переміщення значну кількість свого часу, а це більше 70 % городян. При підвищенні ефективності та швидкості руху транспортних засобів збільшується час, який пасажир може використати для своїх потреб тощо. Тому при організації пасажирських перевезень особливу увагу слід відвести на забезпечені потрібної якості транспортного обслуговування населення.

Департаменту транспорту та зв'язку потрібно змінювати транспортну систему, щоб створити організацію, яка б з'єднала та оптимізувала управління всіма автотранспортними підприємствами. Тому вона проводила конкурс і на її підставі з'явилося підприємство, що в свою чергу управляє всім автотранспортом загального користування в місті Дніпропетровську.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Міський диспетчерський центр» створено в 2011 році у місті Дніпропетровськ на підставі Законів України «Про товариства з обмеженою та додатковою відповідальністю», «Про господарські суспільства». Воно здійснює свою діяльність відповідно до чинного законодавства України, Статуту і Засновницького договору.

«Міський диспетчерський центр» є одним з головних підприємств, що спеціалізується на функціонуванні інфраструктури наземного транспорту у м. Дніпропетровську. Для цього при проведенні міського конкурсу була одержана перемога, яка стала поштовхом для багатьох змін з організації та

управління рухом міського пасажирського транспорту загального користування.

Метою суб'єкта господарювання є реалізація основних напрямів розвитку галузі автомобільного транспорту, створення конкурентного середовища, виконання вимог нормативно-правових актів, створення системи GPS-моніторингу транспорту загального користування, його пересування по місту та отримання Організатором достовірної інформації про роботу пасажирських перевізників, покращення якості пасажирських перевезень, створення безпечних умов для перевезення пасажирів автомобільним транспортом, забезпечення диспетчеризації, організації та управління рухом міського пасажирського транспорту.

Головними задачами, які ставляться перед товариством, є належним чином створення системи GPS-моніторингу транспорту загального користування, впровадження автоматизованої системи оперативного диспетчерського керування транспортними засобами, функціональність системи.

Таким чином, тема кваліфікаційної роботи має актуальне значення.

Транспорт підприємства: ТОВ має зв'язки з перевізниками, які в свою чергу володіють автобусами та маршрутними таксі, що є різних видів на різних маршрутах.

Мета кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності процесу пасажирських перевезень по місту в годину пік, за допомогою програми імітаційного моделювання, визначимо яка кількість потрібна на кільцевому маршруті, щоб задовольнити потреби пасажирів, підвищити рентабельність підприємства і зробити так, щоб максимізувати кількість пасажирів за один рейс в годину пік, але щоб зменшити простой, перевантаження та великі черги на зупинці.

Задача роботи полягає в визначенні оптимальної кількості автобусів на одному з кільцевих маршрутів в годину пік, задля кращого

показника економії та соціального попиту на підприємстві «Міський диспетчерський центр».

Об'єкт дослідження: діяльність підприємства в умовах ТОВ «Міський диспетчерський центр».

Предметом дослідження в рамках роботи були розглянуті процеси контролю кількості автобусів загального користування на кільцевому маршруті 87-А в годину пік, у місті Дніпропетровську, які відбуваються у середині системи управління рухом транспорту на підприємстві.

У даній роботі, для знаходження оптимальної кількості автобусів на кільцевому маршруті в годину пік, була розглянута імітаційна модель, що знаходила критерій оптимальності, який максимізується, при чому пасажиропотік є найпростіший, а інтервал часу між прибуттям автобусу на початкову зупинку є випадкова величина, що розподілена нормально.

Науковими положеннями є:

1. Використання імітаційного моделювання для з'ясування максимального критерія оптимальності, в умовах ТОВ «Міський диспетчерський центр», що дозволить зробити висновок щодо кількості автобусів на даному маршруті і на скільки це впливає на його роботу.

2. При збільшенні значення параметрів нормального закону розподілу m і σ , значення оптимальної величини R зменшується, а значення оптимальної величини I збільшується.

Науковими результатами є:

1. Розроблена система управління запасами для знаходження оптимальної політики управління запасами в умовах ПОВ «Будкомплект», що дозволить ліквідувати простої процесу транспортування продукції та підвищить рівень прибутковості підприємства .

2. Виявлена закономірність впливу параметрів нормального закону розподілу на оптимальний економічний розмір заказу покриттів для підлоги.

Наукова новизна роботи полягає в використанні імітаційної програми моделі управління кількістю транспорту, у якій значення R , тобто інтервал руху між автобусами по кільцевому маршруті є випадковою величиною з відомим розподілом ймовірностей, для знаходження оптимального критерію управління рухом транспорту загального користування в умовах ТОВ «Міський диспетчерський центр», також за допомогою критеріїв Пірсона і Колмогорова з'ясовано, що взяті статистичні нормально розподіленні задля економічного та соціального попиту транспорту на підприємстві ТОВ «Міський диспетчерський центр».

Практична цінність даної роботи полягає в тому, що рішення поставленої задачі значно зменшить простой автобусів та очікування пасажирів на зупинці, більш ефективно використає усі складові критерія оптимальності, що підвищить рівень прибутковості диспетчерського центра, перевізників та покращить ставлення пасажирів до даної сфери послуг.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

Замовник – департамент транспорту та зв'язку Дніпропетровської міської ради;

Виконавець – суб'єкт господарювання, який має власні технічні засоби і програмне забезпечення.

ТЗ – транспортні засоби.

Система – Система GPS-моніторингу міського пасажирського транспорту .

Перевізники – автотранспортні підприємства усіх форм власності.

ВВ – випадкова величина.

СКВ – середнє квадратичне відхилення.

1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Коротка характеристика підприємства і його діяльність

Товариство з обмеженою відповідальністю «Міський диспетчерський центр» створено в 2011 році у місті Дніпропетровськ на підставі Законів України «Про товариства з обмеженою та додатковою відповідальністю», «Про господарські суспільства» та здійснює свою діяльність відповідно до чинного законодавства України, Статуту і Засновницького договору. Воно є одним з головних підприємств, що спеціалізується на функціонуванні інфраструктури наземного транспорту у м. Дніпропетровську.

Щоб стати суб'єктом господарювання виконавців послуг з організації та управління рухом міського пасажирського транспорту загального користування у м. Дніпропетровську потрібно було перемогти у конкурсі, що проводився за наказом директора департаменту транспорту та зв'язку Дніпропетровської міської ради від 02.02.2012 №4.

ТОВ «Міський диспетчерський центр» відповідав основним кваліфікаційним вимогам та став переможцем. Виконавцю належало змінити старий устрій у цій сфері та домогтися багато нових впроваджень і представляючи висококваліфіковані послуги, воно завоювало авторитет, як у перевізників, так і у пасажирів, які користуються загальним автотранспортом. Для початку мав уставний капітал 60000 тис. грн.

Метою суб'єкта господарювання є реалізація основних напрямів розвитку галузі автомобільного транспорту, створення конкурентного середовища, виконання вимог нормативно-правових актів, створення системи GPS-моніторингу транспорту загального користування, його пересування по місту та отримання Організатором достовірної інформації

про роботу пасажирських перевізників, покращення якості пасажирських перевезень, створення безпечних умов для перевезення пасажирів автомобільним транспортом, забезпечення диспетчеризації, організації та управління рухом міського пасажирського транспорту.

Основними принципами роботи підприємства ТОВ «Міський диспетчерський центр» є високий професіоналізм і комплексний підхід до потреб пасажирів, а також він один з перших обладнав транспорт загального користування, це більше 1800 машин системами GPS- контролю, а в Інтернеті з'явився сайт, на якому кожний бажаючий може відслідкувати рух автобусів або мікроавтобусів. Насиченою трудовою програмою вони спромоглися за короткий термін виконати майже усі вимоги і побажання Замовника і стати конкурентоспроможними у цій сфері управління транспортом.

На сьогодні, компанія продовжує реалізацію основних напрямів розвитку галузі автомобільного транспорту, намагається обладнати міський загальний транспорт точками доступу до мережі, тобто покращує якість пасажирських перевезень, створює безпечні умови для перевезення пасажирів автомобільним транспортом та передає достовірну інформацію Організатору про роботу пасажирських перевізників.

Транспорт, який належить перевізникам поступово оновлюється і зменшується кількість малоефективних, пошкоджених та застарілих машин. У своєму розпорядженні мають близько 130 міських маршрутів автобусів та мікроавтобусів.

Кількість видів маршрутних таксі, що управляється Виконавцем достатньо велика, це і Shaolin SLG 6660, ХАЗ 3250 Антон, Богдан А091, Богдан А092, БАЗ А079, Еталон, ЗАЗ А07А І-Ван, ПАЗ 3205, ГАЗель, Ford Transit, Iveco Daily, Mercedes-Benz Sprinter, Mercedes-Benz Vario, Mercedes-Benz T1, Mercedes, Benz T2, Volkswagen LT, Лоцман тощо.

Продовжують з'являтися сучасні цифрові табло, вже більше 100 таких екранів, на яких виводиться інформація про маршрутні таксі, які зупиняються на даних зупинках і час їх прибуття.

На сервері бази даних Міського диспетчерського центру зберігається інформація про швидкість руху автобуса, координати і так далі. Дані передаються на сервер з приладів GPS-моніторингу. Прямий доступ до цієї бази має департамент транспорту і зв'язку та підприємства - перевізники.

Аналізуючи структуру підприємства ТОВ «Міський диспетчерський центр» (рис.1.1), можна виявити, що він відноситься до традиційного типу структур (лінійно-функціональна структура), так як існує ієрархія і чітке розмежування компетенції по рівнях лінійного управління. Переваги цієї структури в управлінні (централізоване управління, чітке планування, строгий контроль діяльності підприємства) визначені в умовах, коли зміни відбуваються рівномірно і по усіх структурних підрозділах. Існують лінійні зв'язки між начальником будь-якого відділу і його підлеглими (наприклад, між начальником договірного відділу та підлеглими договірного відділу).

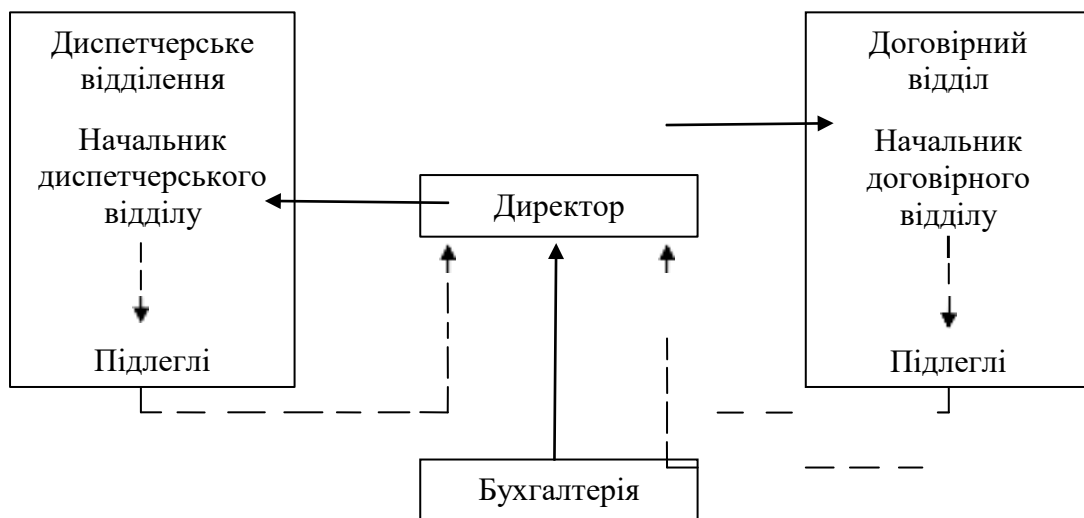


Рис.1.1- Структура організації підрозділів підприємства

Така система роботи дозволяє перевізнику оперативно керувати підлеглими, а департаменту транспорту і зв'язку міської ради - здійснювати контроль за якістю послуг, що надаються перевізником і отримувати об'єктивну інформацію про роботу перевізників на міських маршрутах загального користування.

Крім того, система GPS-моніторингу дає можливість контролювати незаплановані зупинки автобусів (у тому числі посадку-висадку пасажирів на перехрестях, пішохідних переходах), порушення правил, відстою на кінцевих зупинках, перевищення швидкості [12].

Відключити GPS-маячок дуже складно. Сам прилад захований глибоко в надрах автомобіля, навіть відключений від мережі він записує дані, а акумуляторів в ньому вистачає на кілька діб роботи. Так що водії маршруток при всьому бажанні не можуть втручатися в роботу системи [10].

У городян є можливість висловити свою думку, щодо роботи міського транспорту. Людина телефонує в диспетчерський центр та пояснює суть проблеми. Фахівці центру фіксують звернення і зразу займаються його рішенням - відправляють відповідні звернення у всі потрібні інстанції і беруть справу на контроль. Вони як проміжна ланка між міськрадою, перевізниками і пасажирами транспорту загального користування, як це показано на рис.1.2.

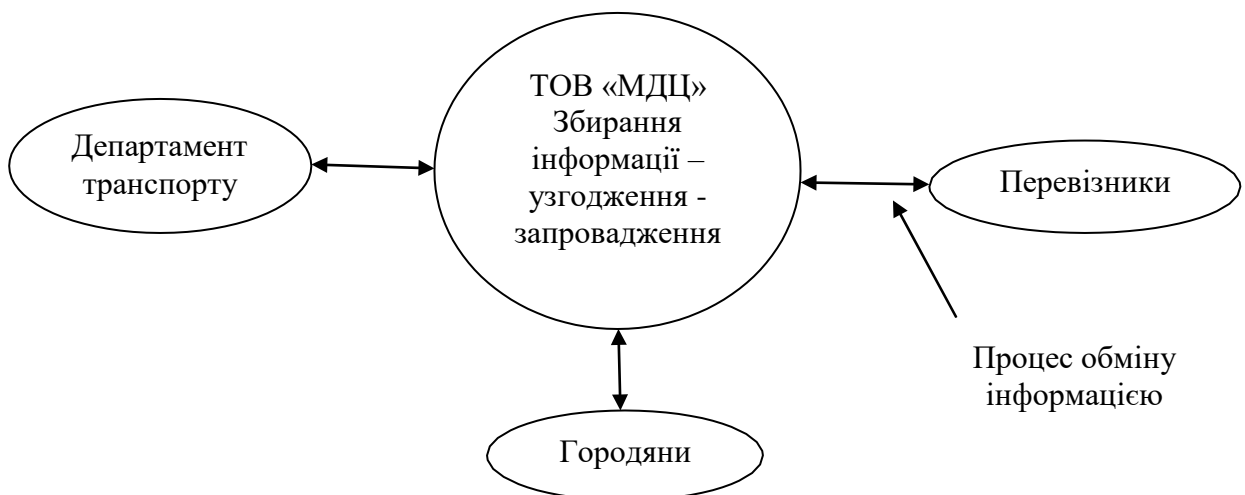


Рис.1.2 - Структура технологічного процесу

Крім того, по телефону в будь-який час підкажуть, де знаходиться потрібний транспорт і коли він приїде, допоможуть обрати оптимальний маршрут руху або зорієнтують в поточній ситуації на дорозі [10].

1.2. Системи управління транспортом та відомості про послуги

1. Відповідно до договору Виконавець надає Замовнику наступні послуги:
 - 1.1. Доступ Замовника до системи GPS-моніторингу транспорту загального користування;
 - 1.2. Консультації та пояснення щодо особливостей і можливостей роботи Системи;
 - 1.3. Інформацію про виконання перевізником договірних зобов'язань щодо виходу рухомого складу:
 - 1.3.1. Звіт про вихід автобусів за класами транспортних засобів та режиму руху щодня на 8.00, 10.00, 12.00, 16.00, 21.00, 23.00 год по кожному маршруту та узагальнений на кожну годину з розрахунком відсотка відхилення від планового завдання, сформований в електронному вигляді;
 - 1.3.2. Щоденно надає інформацію про кількість виконаних рейсів по кожному маршруту з розрахунком відсотка відхилення від затвердженого розкладу руху;
 - 1.3.3. Інформацію про інтервал руху на кожному маршруті в режимі реального часу з розрахунком відхилення від передбаченого розписом .
2. Виконує облік роботи автобусів і надає узагальнені звіти за кожні 10 днів і повний звітний період (місяць, квартал, півріччя тощо) в розрізі кожного маршруту, в тому числі виконаної транспортної роботи - км

пробігу на маршруті загального, можливої (або розрахункової) кількості перевезених пасажирів та інше;

3. Групує інформацію по обслуговуванню житлових масивів, районів міста, транспортних магістралей, і т.д.;
4. Фіксує і надає Замовникові інформацію про відхилення від затвердженої схеми руху, посадки-висадки пасажирів, у місцях, не передбачених паспортом маршруту, перевищення допустимої швидкості, виїзд на маршрут з території підприємства перевізника, зберігання транспортного засобу в між змінний час з порушенням ст. 21 ЗУ «Про автомобільний транспорт», нецільового використання транспортних засобів, фактів простою;
5. Фіксує і надає Замовнику інформацію про екіпіровку транспортних засобів та інше;
6. У режимі реального часу інформує Замовника про виникнення нештатних ситуацій (подій) у тому числі дорожньо-транспортних пригод;
7. Організовує рух транспорту загального користування у разі перекриття руху, незадовільних погодних або дорожніх умов та інших випадків, інформує про вжиті заходи Замовника;
8. Щомісяця виконує копіювання бази даних системи GPS-моніторингу транспорту загального користування з метою ведення архіву та передає Замовнику в електронному вигляді;
9. Забезпечує можливість розширення системи для впровадження інших електронних систем (електронних табло на зупинках; валідаторів та електронного квитка; автоматичного інформаційного забезпечення та обслуговування пасажирів тощо) [12].

1.3. Основні цілі та завдання впровадження Системи

У межах договору між Організатором перевезень та Виконавцем виконується постачання та впровадження автоматизованої системи оперативного диспетчерського керування ТЗ з метою:

1. надання об'єктивних даних для здійснення контролю виконання зобов'язань перевізників згідно Договору, укладеного з організатором пасажирських перевезень на міських маршрутах загального користування у м. Дніпропетровську
2. забезпечення безперервного on-line контролю дотримання схеми і розкладу руху транспортних засобів з використанням даних приладів GPS-моніторингу
3. контроль за витратами палива на підставі фактичних даних
4. забезпечення віддаленого контролю за транспортними засобами
5. одержання статистичних даних для звітності та ефективного планування
6. контролю та обліку кількості перевезених пасажирів
7. контролю та відстеження нецільового використання транспортних засобів, фактів простою
8. створення єдиної бази даних з контрольованим доступом
9. підвищення ефективності управління, безпеки перевезення пасажирів та безпеки експлуатації транспортного комплексу
10. покращення якості послуг , що надаються населенню міста пасажирським транспортом
11. забезпечення можливості розширення системи для впровадження інших електронних систем (електронних табло на зупинках; автоматичного інформаційного забезпечення та обслуговування пасажирів; в майбутньому це валідатори і електронний квиток [12].

Система забезпечує 88% безперебійної роботи.

1.4. Система GPS-моніторингу та її технічне завдання

Система GPS-моніторингу міського пасажирського транспорту забезпечує обслуговування всіх транспортних засобів автотранспортних підприємств усіх форм власності, що підпорядковуються ТОВ «Міський диспетчерський центр», а це більше 3000 транспортних одиниць з можливістю збільшення загальної кількості транспортних засобів до 5000 одиниць (сезонні перевезення, перевезення на замовлення тощо).

Система – це комплекс технічних засобів і програмного забезпечення, призначеного для автоматизованого контролю та управління рухом транспортних засобів.

Система відповідає всім далі визначеним технічним та іншим вимогам і можливостям.

Автоматизована система оперативного диспетчерського управління використовує систему глобального позиціонування GPS, з подальшою передачею даних через канали GPRS на диспетчерський пункт.

Прилад GPS – моніторингу встановлюється на транспортному засобі перевізника.

Прилад фіксує час, дату, координати, швидкість та інші характеристики. Дані з приладу накопичуються на сервері бази даних. Місця користувача знаходяться як на фірмі перевізника, так і в контролюючих органах місцевого самоврядування, що мають прямий доступ до бази даних.

Така структура дає змогу перевізнику використовувати систему для здійснення оперативного керування та вдосконалення організаційної структури підприємства, а Організатору можливість здійснювати контроль за якістю послуг, що надаються перевізником, та отримувати об'єктивну

інформацію про роботу перевізників на міських маршрутах загального користування.

У мінімальний базовий комплект поставки GPS/GSM обладнання повинна входити наступна або аналогічна комплектація [12]:

- GPS/GSM обладнання
- GPS антена
- GSM антена
- кабель живлення
- набір запобіжників
- монтажний комплект
- руйнівні пломби (стікери)
- технічний паспорт, відповідно до ТУ.

Впровадження системи автоматизованої обробки важливих показників роботи міського пасажирського автотранспорту, дозволяє систематизувати в реальному часі наступні події, які відбуваються в транспортній системі пасажирських перевезень міста Дніпропетровська:

- Виїзд з місця стоянки до відправлення першого рейсу;
- Час виїзду з кінцевої зупинки;
- Реальний рух автомобіля по маршруту;
- Час виконання рейсу;
- Кількість рейсів;
- Тощо.

Перегонами називається відстань між двома суміжними зупинковими пунктами. Маршрути розбивають на перегони в залежності від розташування пасажировідправних і пасажироприйманих пунктів. Зупинкові пункти бувають постійні, тимчасові і на вимогу пасажирів, їх встановлюють в місцях найбільшого скупчення потенційних пасажирів.

Критерієм оптимальності схеми маршрутів приймається мінімум сумарних витрат часу пасажирів на пересування, що включають час на проходження, очікування і пересадки. А також забезпечення ефективного використання рухомого складу, тобто рівномірного їх наповнення по всій довжині маршруту.

Правильний вибір маршрутів проходження транспортного засобу надає вирішальний вплив на загальну величину часу населення на пересування та ефективність використання рухомого складу.

Характер особливостей пасажиропотоків є їх нерівномірність. Вони змінюються в часу (години, доби, днем тижня, періодом року тощо), по ділянках маршруту (перегонах) та напрямками маршруту.

Для підвищення якості надання автотранспортних послуг та забезпечення ефективності використання рухомого складу, суб'єкти зобов'язані систематично досліджувати пасажиропотоки по днях тижня і місяцях року, як на окремих маршрутах, так і на всій маршрутній мережі. Підприємства і організації, що мають права на відкриття автобусних маршрутів щорічно складають та затверджують графік обстеження пасажиропотоків, в яких визначають строки його проведення.

Програмне забезпечення АСУ ТОВ «Міський диспетчерський центр» включає в себе відтворення в реальному режимі часу широкий аспект показників, які використовуються як найважливіший матеріал для роботи транспортних перевезень.

Департаменту транспорту і зв'язку, а також для аналізу системи показників за n-й проміжок часу і знаходженням для m-го проміжку часу (тобто декада, місяць, квартал) у тому числі для перевізників, автобуси яких працюють на міських пасажирських маршрутах.

Технічне завдання до системи GPS-моніторингу міського пасажирського транспорту:

1. Функціональність системи

Система виконує такі функції і завдання:

- 1.1. контролює розташування об'єкта в поточний момент часу з можливістю прив'язки до адреси, його швидкість і напрям руху з можливістю вказівки інтервалу передачі даних на сервер і відображення об'єктів моніторингу в режимі on-line (оновлення позицій об'єкта не рідше ніж 1 раз на 5 секунд);

- 1.2. можливість відобразити пройдений шлях (трек) одного або декількох об'єктів за фактично будь-який проміжок часу;
- 1.3. визначає пробіг, максимальну і середню швидкість, витрати палива програмним способом;
- 1.4. формує рейси за маршрутами за будь-який проміжок часу ;
- 1.5. формує звіти про рейси із зазначенням кількості транспортних засобів, що знаходяться на маршруті та кількості виконаних рейсів транспортними засобами за будь-який проміжок часу;
- 1.6. зберігає детальну історію переміщення транспортних засобів на весь час роботи;
- 1.7. використовує можливість підключення «Тривожної кнопки» для оповіщення диспетчера та служби безпеки про виникнення нештатних ситуацій;
- 1.8. сигналізує про різні події та зміну станів об'єкта контролю;
- 1.9. фіксує та відображає на треку місце і час виникнення тривожних повідомлень, факту спрацьовування тривожної кнопки, датчиків та інше;
- 1.10. визначає час у дорозі, час початку зупинки, початок руху і тривалість стоянки;
- 1.11. розділяє на зупинки і стоянки з можливістю вказівки тимчасових інтервалів, як для групи об'єктів в цілому, так і для кожного індивідуально;
- 1.12. створює і наносить на карту контрольні геозони з наступним визначенням часу входу об'єкта в зону, виходу і часу перебування в ній;
- 1.13. створює і наносить на карту маршрут, по якому має рухатися ТЗ, а також фіксує і оповіщає у випадках, коли ТЗ покинув маршрут;
- 1.14. створює звітні форми про відвідуваність контрольних зон;
- 1.15. контролює пересування об'єкта за запланованим маршрутом, додержанням затвердженого розкладу руху;

- 1.16. контролює незаплановані зупинки, а також перевищення швидкісного режиму;
 - 1.17. підключає спеціалізоване обладнання до бортового комплексу для виконання різних завдань (контроль витрати палива, облік пасажиропотоку, інформаційне табло, фото-відео-обладнання);
 - 1.18. одночасно працює з одним або групою контрольованих об'єктів з наступним відображенням їх на карті;
 - 1.19. формує докладні звіти про пройдений шлях, стоянки, швидкісний режим, відвідуваність контрольних зон за будь-який проміжок часу;
 - 1.20. формує групові звіти.
2. Система має клієнт-серверну архітектуру і забезпечує:
 - 2.1. Розширену функціональність незалежно від центрального сервера і складається з серверної і клієнтської частин;
 - 2.2. Обробку одержуваних без пропуску та втрати даних щонайменше від 5000 об'єктів моніторингу при необхідних параметрах:
 - 2.2.1. запис координат один раз в 1-3 секунди;
 - 2.2.2. передача пакета даних не рідше 1 раз на 5-10 секунд.

1.5. Аналіз зворотнього методу рішення

В управлінні та організації міським рухом транспорту дуже важливо оптимально використовувати його утримання і забезпечити максимальний прибуток, за кошт великого пасажирообігу та зменшення негативних чинників. Як і раніше, в наш час людина шукає якомога більше використати те, що він має, тому бензин і сам транспорт, що надає перевізник може бути потрібен йому окрім робочого часу. Традиційно, транспорт розглядають як

неминучі витрати, коли постійно треба ремонтувати машини, заправляти бензином, а ще можуть бути незаплановані витрати.

Також можна до того віднести такі негативні сторони: простої, перевантаженість або мала завантаженість, великі черги на зупинках тощо. Все це впливає на економічну сторону процесу перевезення пасажирів транспортом загального користування. Тому звичайно прийнято підтримувати потрібну кількість транспорту на кожному маршруті для забезпечення безперервності процесу. Задача управління транспортом визначає кількість автобусів на даному маршруті у годину пік.

Важливим фактором, що визначає формулювання й рішення задачі управління процесу пасажирських перевезень є те, що інтервал часу між появою автобуса на зупинці та пасажира може бути або детермінованим (достовірно відомим), або ймовірнісним (описаним ймовірнісним розподілом). В нас більше переважає ймовірний процес.

У даній роботі, щоб правильно оптимізувати роботу пасажирських перевезень ми за допомогою імітаційного моделювання створимо алгоритм процесу, враховуючи наявні статистичні дані в додатках, в яких інтервал часу між прибуттям автобусів (табл. Г.2) та городян (табл. Г.1) на зупинку є випадковою величиною з відомим розподілом ймовірностей.

Треба перевірити по критерію Пірсона, гіпотезу щодо нормального розподілення випадкової величини T -інтервалу поміж автобусами «Газель» маршруту 87-А по експериментальним даним T_i^* — в годину пік. За $i = 1, 200$ допомогою статистичних даних таблиці Г.2 знайдемо математичне сподівання та середнє квадратне відхилення $ВВ X$.

Перевірити по критерію Колмогорова, гіпотезу щодо показового розподілення $ВВ R$ -інтервалу між пасажирами по експериментальним даним R_i^* $i = 1, 200$ в годину пік. За допомогою статистичних даних таблиці Г.1 знайдемо математичне сподівання та оцінимо параметр λ - інтенсивність потоку. Ці значення будуть потрібні у подальшому використанні в програмі.

1.6. Постановка задачі

На підприємстві ТОВ «Міський Диспетчерський центр» є n однотипних автобусів для обслуговування певного кільцевого маршруту 87-А для пасажирських перевезень міста з метою безперервного загального користування. Однак відбуваються простой процесу перевезень пасажирів, через невдало організовану систему управління рухом автобусів, що і є головною проблемою підприємства. Це обумовлюється недостатньою кваліфікацією працівників у даній області.

Важливим для підприємства – є вчасно перевести непотрібну кількість автобусів на інший маршрут, в якому не вистачає транспорту, щоб урегулювати цю проблему і мінімізувати збитки.

Отже, необхідно вирішити задачу управління рухом транспорту для визначення економічного і соціального попиту.

Задача роботи полягає в визначенні потрібної кількості автобусів на маршруті 87-А, для ТОВ «Міський диспетчерський центр, перевірити за допомогою критеріїв Пірсона і Колмогорова, чи вірна гіпотеза, тобто $W \in R$ нормально і T показово розподілена.

Відправний пункт A , він же кінцевий, характеризується максимальним пасажиропотоком. Гранична загрузка автобуса l пасажирів.

Встановлено, що з урахуванням посадки в процесі руху, оптимальна загрузка автобуса в п. A становить $0,8 \cdot l$. Якщо менше – недовантаження; якщо більше пасажирів, то втрати клієнтів в процесі руху.

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Математична постановка задачі

На підприємстві ТОВ «Міський Диспетчерський центр» є n однотипних автобусів для обслуговування певного кільцевого маршруту 87-А.

Відправний пункт \underline{A} , він же кінцевий, характеризується максимальним пасажиропотоком. Гранична загрузка автобуса l пасажирів.

Встановлено, що з урахуванням посадки в процесі руху, оптимальна загрузка автобуса в пункті \underline{A} становить $0,8 \cdot l$. Якщо менше – недовантаження; якщо більше пасажирів, то втрати клієнтів в процесі руху.

Критерій оптимальності

$$I = I_1 - I_2 - I_3 \rightarrow \max \quad (2.1)$$

складається з трьох складників:

$$I_1 = C_1 \cdot N; \quad (2.2)$$

$$I_2 = C_2 \cdot (p - 0,8 \cdot l)_2, \quad (2.3)$$

$$I_3 = C_3 \cdot m; \quad (2.4)$$

де I_1 - ефект від перевезення загальної кількості пасажирів;

I_2 - втрати (мінімальні за рахунок відхилення кількості пасажирів в автобусі від $0,8 \cdot l$);

I_3 - штрафи, обумовлені часом очікування пасажирів в черзі на зупинці пункту \underline{A} (середня довжина черги).

C_1, C_2, C_3 - вагові коефіцієнти.

$(p - 0,8 \cdot l)^2$ - середній квадрат відхилення кількості пасажирів в автобусі від оптимального.

N - кількість перевезених пасажирів за зміну.

p - кількість пасажирів в автобусі.

m - середня довжина черги в п. A.

Необхідно визначити таку кількість машин n , щоб критерій I прийняв максимальне значення.

Припускається, що пасажиропотік l п. A є потік простіший з інтенсивністю λ ,

де

$$\lambda = \frac{1}{MO(R)}, \quad MO(R) = \frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} R_i^* . \quad (2.5)$$

Інтервал часу між прибуттям автобусів в п. A, є випадкова величина нормально розподілена з параметрами:

MT - математичне очікування (визначається довжиною маршруту, середня швидкість руху та кількість автобусів n),

де

$$MO(T) = \frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} T_i^* . \quad (2.6)$$

ST - середнє квадратичне відхилення. Визначають його за допомогою дисперсії,

де

$$\sigma(T) = \sqrt{D(T)} , \quad (2.7)$$

Де значення дисперсії дорівнює: математичне очікування квадрата відхилення випадкової величини від свого математичного очікування,

де

$$D(T) = M(T - M(T))^2 \quad (2.8)$$

2.2. Критерій узгодженості Колмогорова

Критерій узгодженості Колмогорова застосовується для перевірки статистичних гіпотез щодо закону розподілу

У статистиці критерій згоди Колмогорова (також відомий, як критерій згоди Колмогорова — Смирнова) використовується для того, щоб визначити, підпорядковуються два емпіричних розподілу одному закону, або визначити, підпорядковується отримане розподіл передбачуваної моделі.

Критерій Колмогорова заснований на визначенні максимального розбіжності між накопиченими частотами або частостями емпіричних або теоретичних розподілів. Критерій Колмогорова обчислюється за такими формулами:

$$\lambda = \frac{D}{\sqrt{N}} \quad (2.9)$$

або

$$\lambda = d \sqrt{N}, \quad (2.10)$$

де D і d — відповідно максимальна різниця між накопиченими частотами ($f - f_{\phi}$) і між накопиченими частостями ($p - p_{\phi}$) емпіричного і теоретичного рядів розподілів; N — число одиниць сукупності.

Розрахувавши значення λ , за спеціальною таблицею визначається ймовірність, з якою можна стверджувати, що відхилення емпіричних частот від теоретичних випадкові. Якщо ознака приймає значення до 0,3, то це означає, що відбувається повне збіг частот. При великому числі спостережень критерій Колмогорова спроможний виявити будь-який відступ від гіпотези. Це означає, що будь-яка відмінність розподілу вибірки від теоретичного буде з його допомогою виявлено, якщо спостережень буде досить багато.

Практична значимість цієї властивості не суттєва, так як в більшості випадків важко розраховувати на отримання великого числа спостережень в незмінних умовах, теоретичне уявлення про закон розподілу, яким повинна підкорятися вибірка, завжди наближене, а точність статистичних перевірок не повинна перевищувати точність обраної моделі.

Вважаємо, що випадкова величина X – розподілена по типовому показовому закону [1].

Перевірити по критерію Колмогорова гіпотезу щодо показникового закону розподілу випадкової величини R - інтервалу між пасажирами по експериментальним даним $R_i^*, i = \overline{1,200}$ в годину пік.

В MS Excel вписую експериментальні дані. Задля того, щоб виміряти емпіричні частоти вибірки, ми беремо статистичні дані Додатка Г.1, та сортуємо в інтервалі від малого до великого.

Знаходжу по функції =МАКС(B5:B204) максимальне число інтервалу чисел: 49,02532. Також знаходжу мінімальне число інтервалу, яке дорівнює 4,898504. Обчислюємо крок інтервалів, кількість яких 10:

$$h = \frac{\max(T) - \min(T)}{10} = \frac{49,02532 - 0,040278}{10} = 4,898504. \quad (2.11)$$

Отримуємо такі дані точок:

Точки:	0,040278	4,938782	9,837286	14,73579	19,63429	24,5328	29,4313	34,32981	39,22831	44,12682	49,02532
--------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	---------	----------	----------	----------	----------

Щоб знайти середину інтервалів, h ділимо навпіл та додаємо до першої точки, потім до другої тощо – це ми отримуємо послідовно рівновіддалених варіант x_i , таблиці 2.1. Потім прораховуємо скільки значень входить в той чи інший інтервал частот n_i .

Нижче у додатку Е, показана гістограма Е.2 емпіричного розподілу і відповідна нормальна крива.

Таблиця 2.1 -емпіричних частот вибірки

№, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	2,49	7,39	12,29	17,19	22,08	26,98	31,88	36,78	41,68	46,58
n_i	71	58	31	15	10	4	3	2	3	3

Обчислюємо параметр λ - інтенсивність потоку по формулі:

$$\lambda = \frac{1}{MO(R)}, \text{ де} \quad (2.12)$$

$$MO(R) = \frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} R^*{}^i \cdot \quad (2.13)$$

Обчислимо теоретичні частоти відповідні показниковому закону розподілу, враховуючи, що $MO(R) = 9,826923$, а $\lambda = 0.101761$ по формулі:

$$F_T(x) = 1 - e^{-\lambda \cdot x} \quad [1], \quad (2.14)$$

де результати обчислення теоретичної частоти розподілення:

F(R)	0,2238	0,5285	0,7136	0,8260	0,8943	0,9358	0,9610	0,9763	0,9856	0,9913
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Побудуємо теоретичну функцію $F^*(x)$ по статистичному розподілу частот за формулою:

$$F^*(x) = \begin{cases} 0, & x < x_1; \\ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i, & x_k \leq x \leq x_{k+1}; \\ 1, & x > x_n. \end{cases} \quad (2.15)$$

Тоді, розкриємо дужки записуючи пораховані значення:

$$F^*(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 2,49; \\ \frac{71}{200}, & \text{при } 2,49 < x \leq 7,39; \\ \frac{71+58}{200}, & \text{при } 7,39 \leq x \leq 12,29; \\ \frac{160}{200}, & \text{при } 12,29 \leq x \leq 17,19; \\ \frac{175}{200}, & \text{при } 17,19 \leq x \leq 22,08; \\ \frac{185}{200}, & \text{при } 22,08 \leq x \leq 26,98; \\ \frac{189}{200}, & \text{при } 26,98 \leq x \leq 31,88; \\ \frac{192}{200}, & \text{при } 31,88 \leq x \leq 36,78; \\ \frac{194}{200}, & \text{при } 36,78 \leq x \leq 41,68; \\ \frac{197}{200}, & \text{при } 41,68 \leq x \leq 46,58; \\ 1, & \text{при } x > 46,58. \end{cases}$$

Побудували гістограму відносних частот за допомогою $F^*(x)$, яка показана у додатку Е таблиці Е.2. Отже, побудуємо графіки $F^*(x)$ і $F(x)$:

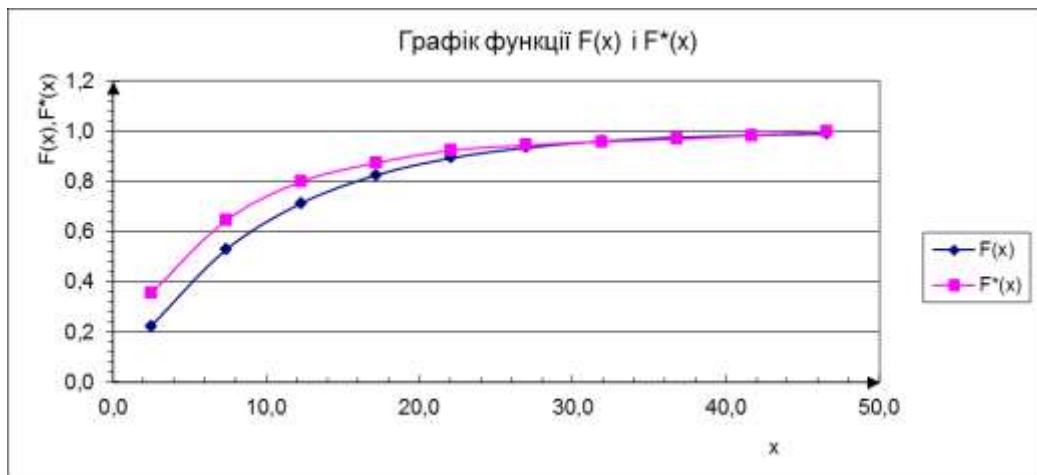


Рис.2.1- Графік функцій $F(x)$ і $F^*(x)$.

Різниця між першим графіком і іншим найбільша в точці з координатами: $F(x)$ (2,49; 0,2238) і $F^*(x)$ (2,49; 0,355).

Задля перевірки гіпотези критерієм Колмогорова, за допомогою функцій $F(x)$ і $F^*(x)$ визначається величина D ,

де

$$D = \max |F(x) - F^*(x)| = \left| \begin{array}{l} 0,2238 - \\ 0,355 \end{array} \right| = 0,1312 \quad (2.16)$$

Обчислимо λ ,

де

$$\lambda = D\sqrt{n} = \frac{0,1312 \cdot \sqrt{10}}{1} = 0,414891 \quad (2.17)$$

Щоб порівняти з інтенсивністю потоку, за допомогою таблиці узгодженості Колмогорова виведемо $P(\lambda)$, при $n = 10$, $\alpha = 0,05$ та

$$\lambda = 0,414891 \approx 0,42 : P(\lambda) = 0,997 .$$

Отже, $P(\lambda) > \alpha$, так як $0,997 > 0,05$, то гіпотеза, щодо показникового закону розподілу H_0 - приймається, що дає нам підстави вважати, що

випадкова величина X має розподіл заданої інтегральної функції $F(x)$.

Можна зробити висновок, що розходження дослідних і теоретичних даних незначне. Дослідженні дані добре узгоджуються з показниковим законом розподілу.

Тобто, H_0 –приймається, ВВ X – розподілена показниково.

2.3. Критерій узгодженості Пірсона

Критерій згоди Пірсона – статистичний критерій, який використовується для перевірки гіпотез, у вигляді розподілення випадкової величини.

Грунтується на групованих даних. Область значень передбачуваного розподілу ділять на деяке число інтервалів. Після чого будують функцію відхилення по різницях теоретичних імовірностей потрапляння в інтервали групування й емпіричних частот. Критична область у критерія Пірсона правобічна.

Цей критерій часто застосовують для перевірки гіпотези про вид розподілу, тобто про приналежність розподілу вибірки деякому параметричному сімейству [3].

Якщо отримана статистика перевищує квантиль розподілу χ^2 заданого рівня значимості α з $(k - 1)$ або з $(k - p - 1)$ ступенями вільності, де k — число спостережень або число інтервалів (для випадку інтервального варіаційного ряду), а p — число оцінюваних параметрів закону розподілу, то гіпотеза H_0 відкидається. А якщо ні, то гіпотеза приймається на заданому рівні значимості α

Критерій розподілений по закону « χ^2 ». Доведено, що коли $n \rightarrow \infty$, то закон розподілу випадкової величини, незалежно від того, якому закону підпорядковується генеральна сукупність, має розподіл χ^2 з k ступенями

вільності. Число ступенів вільності знаходять за такою рівністю: $k = s - 1 - r$, де s – число груп (часткових інтервалів), r – число параметрів гіпотетичного розподілу F . Зокрема, якщо цей розподіл – нормальний, то оцінюють два параметри (математичне сподівання та середнє квадратичне відхилення),

тому $r = 2$ і $k = s - 1 - 2 = s - 3$, де r - кількість параметрів розподілення, а $k = s - 1 - r$ - ступінь свободи. $\chi^2_{кр}(\alpha, k)$ - визначається по таблиці критичних точок розподілення Пірсона. H_0 : X – розподілена нормально. Висувають нульову гіпотезу про нормальний закон розподілу випадкової величини X і знаходять його параметри [1].

Треба перевірити по критерію Пірсона щодо нормального розподілення ВВ T - інтервалу між автобусами «Газель» 87-А в годину пік по експериментальним даним $T_i^*, i = \overline{1, 200}$.

Скориставшись критерієм Пірсона, при рівні значущості $\lambda = 0,05$ перевірити, чи узгоджується гіпотеза щодо нормального розподілу генеральної сукупності T з емпіричним розподілом вибірки $n = 200$. [3]

В MS Excel вписую експериментальні дані. Задля того, щоб виміряти емпіричні частоти вибірки, ми беремо статистичні дані Додатка Г.2, та сортуємо в інтервалі від малого до великого.

Знаходжу по функції =МАКС(В5:В204) максимальне число інтервалу чисел: 201,5. Також знаходжу мінімальне число інтервалу, яке дорівнює 54,5. Обчислюємо крок інтервалів, кількість яких 10:

$$h = \frac{\max(T) - \min(T)}{10} = \frac{201,5 - 54,5}{10} = 14,7. \quad (2.18)$$

Отримуємо такі дані точок:

Точки:	54,5	69,2	83,9	98,6	113,3	128	142,7	157,4	172,1	186,8	201,5
--------	------	------	------	------	-------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Щоб знайти середину інтервалів, h ділимо навпіл та додаємо до першої точки, потім до другої тощо – це ми отримуємо послідовно рівновіддалених варіант x_i , таблиці 2.6. Потім прораховуємо скільки значень входить в той чи інший інтервал частот n_i .

Таблиця 2.2 - емпіричних частот вибірки

№, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	61,85	76,55	91,25	105,95	120,65	135,35	150,05	164,8	179,5	194,2
n_i	1	3	13	24	41	40	26	32	13	7

Нижче у додатку Е, показана гістограма емпіричного розподілу і відповідна нормальна крива.

Обчислюємо вибіркове середнє і СКВ:

$$\bar{x}_b(T) = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i \cdot n_i}{n} = 136,228, \quad (2.19)$$

$$\sigma_b(T) = \sqrt{x_b^2 - (\bar{x}_b)^2} = 27,3564. \quad (2.20)$$

Обчислимо теоретичні частоти відповідні нормальному закону розподілу,

враховуючи, що $n = 200$, $h = 14,7$, $\sigma_b(T) = 27,3564$, $\bar{x}_b(T) = 136,228$, по формулі:

$$n'_i = \frac{n \cdot h}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_b} \cdot e^{-\frac{(x_i - \bar{x}_b)^2}{2 \cdot \sigma_b^2}} \quad (2.21)$$

Складемо розрахункову таблицю n'_i :

Таблиця 2.3 -Результати поетапних розрахунків

№	n*h	2П	Корень	Корень(2П)*СКВ	nh/2*СКВ	exp	$\gamma(ni)$
1	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,024818	1,064
2	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,092593	3,970
3	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,258812	11,097
4	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,541984	23,238
5	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,850323	36,458
6	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,999485	42,853

7	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,880165	37,737
8	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,580694	24,897
9	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,287029	12,306
10	2940	6,283185	2,506628	68,5713	42,87507	0,106292	4,557

Більш докладніше результати виведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Результати обчислення теоретичної частоти розподілення

$n_1(x) = \frac{\sqrt{1 \cdot 14,7}}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(61,85-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 1,064$	$n_6(x) = \frac{\sqrt{6 \cdot 14,7}}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(135,35-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 42,853$
$n_2(x) = \frac{\sqrt{2 \cdot 14,7}}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(76,55-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 3,97$	$n_7(x) = \frac{\sqrt{7 \cdot 14,7}}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(150,05-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 37,737$
$n_3(x) = \frac{\sqrt{3 \cdot 14,7}}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(91,25-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 11,097$	$n_8(x) = \frac{\sqrt{8 \cdot 14,7}}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(164,75-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 24,897$
$n_4(x) = \frac{4 \cdot 14,7}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(105,95-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 23,24$	$n_9(x) = \frac{9 \cdot 14,7}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(179,45-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 12,306$
$n_5(x) = \frac{5 \cdot 14,7}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(120,65-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 36,46$	$n_{10}(x) = \frac{10 \cdot 14,7}{2\pi \cdot 27,356} \cdot e^{\frac{-(194,15-136,228)^2}{2 \cdot (27,356)^2}} = 4,557$

Таблиця 2.5 - Результат розрахунку частот

№, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	61,85	76,55	91,25	105,95	120,65	135,35	150,05	164,8	179,5	194,2
n_i	1	3	13	24	41	40	26	32	13	7
n_i	1,064	3,97	11,1	23,24	36,46	42,85	37,74	24,9	12,31	4,56

Порівнюючи емпіричну та теоретичну частоту розподілення, знайдемо спостережуване значення критерія, розрахувавши за формулою:

$$\chi_{спост}^2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (2.22)$$

де n – обсяг вибірки ($n=10$);

n_i – емпіричні частоти (таблиця 2.1);

p_i – ймовірність попадання ВВ X в i -й інтервал;

np_i – теоретичні частоти, що відповідають нормальному закону розподілу (таблиця 2.3).

За допомогою MS Excel, обчислюємо:

Таблиця 2.6 – Обчислення.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сума
X кв. спост.	0,00386	0,23697	0,32649	0,02501	0,5659	0,18994	3,65053	2,02627	0,03909	1,30933	8,37344

та отримуємо: $\chi_{спост}^2 = \mathbf{8,373436} = \mathbf{8,37}$.

По таблиці критичних точок розподілу Пірсона, за рівнем значущості $\lambda = 0,05$ і числа ступенів свободи $k = s - 3 = 10 - 3 = 7$ знаходимо критичну точку правобічної критичної області: $\chi_{набл}^2(0,05; 7) = 14,1$.

Оскільки $\chi_{спост}^2 < \chi_{кр.}^2$, то немає підстав відкидати гіпотезу про нормальний закон розподілу відхилень у вимірах інтервалу між автобусами.

Можна зробити висновок, що розходження дослідних і теоретичних даних незначне. Дослідженні дані добре узгоджуються з нормальним законом розподілу.

Тобто, H_0 – приймається, ВВ X – розподілена нормально.

2.4. Імітаційне моделювання

Імітаційне моделювання (ситуаційне моделювання) — метод, що дозволяє будувати моделі, що описують процеси так, як вони проходили б насправді. Таку модель можна «програти» в часі як для одного випробування, так і заданої її безлічі. При цьому результати визначатимуться випадковим характером процесів. За цими даними можна отримати достатньо стійку статистику [8].

До імітаційного моделювання вдаються, коли :

1. дорого або неможливо експериментувати на реальному об'єкті;
2. неможливо побудувати аналітичну модель: в системі є час, причинні зв'язки, наслідок, нелінійності, стохастичні (випадкові) змінні;
3. необхідно імітувати поведінку системи в часі.

Мета імітаційного моделювання полягає у відтворенні поведінки досліджуваної системи на основі результатів аналізу найбільш суттєвих взаємозв'язків між її елементами або іншими словами — розробки симулятора (англ. simulation modeling) досліджуваної предметної області для проведення різних експериментів.

Імітаційне моделювання дозволяє імітувати поведінку системи в часі. Причому плюсом є те, що часом в моделі можна управляти: сповільнювати у випадку з быстропротекаючими процесами і прискорювати для моделювання систем з повільною мінливістю. Можна імітувати поведінку тих об'єктів, реальні експерименти з якими дороги, неможливі або небезпечні. З настанням епохи персональних комп'ютерів виробництво складних і унікальних виробів, як правило, супроводжується комп'ютерним тривимірним імітаційним моделюванням.

Імітаційним моделюванням іноді називають отримання приватних чисельних рішень сформульованої задачі на основі аналітичних рішень або за допомогою чисельних методів.

Імітаційна модель - логіко-математичний опис об'єкту, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері в цілях проектування, аналізу і оцінки функціонування об'єкта.

Можна виділити два різновиди імітації:

1. Метод Монте-Карло (метод статистичних випробувань);
2. Метод імітаційного моделювання (статистичне моделювання).

Задачі дослідження, розв'язані завдяки імітаційного моделювання, можливо розділити на 4 вида:

- ♦ Прямі задачі аналізу, при розв'язку яких досліджена система задається параметрами своїх елементів і параметрами зовнішнього режиму, структури або рівняннями і треба з'ясувати реакцію системи на діючі сили;
- ♦ Обернені задачі аналізу, які по відомій реакції системи вимагають знайти проблему, яка змусивши розглянуту систему перейти до даного стану та даної реакції;
- ♦ Задачі синтезу, що потребують знаходження таких параметрів, при яких процеси в системі будуть мати бажаний по якимось міркуванням характер;
- ♦ Індуктивні задачі, рішення яких має ціль перевірку гіпотез, уточнення рівнянь, описуючих процеси, що відбуваються в системі, з'ясування властивостей цих елементів, налагодження програм (алгоритмів) для обчислювання на комп'ютері.

Ми обираємо метод імітаційного моделювання, щоб створити модель прямої та індуктивної задачі аналізу і імітувати процеси перевезення пасажирів автобусами на кільцевому маршруті.

Створивши алгоритм (див. далі Алгоритм блок-схеми програми) імітації процесу перевезення пасажирів транспортом загального користування за

допомогою мови програмування Pascal, написали програму, яка втілює нашу мету. Вона визначає за допомогою наших даних критерій оптимальності.

Параметри, що використовуються в програмі:

TB - час експерименту;

Δt , тобто dt - крок квантування по часу

n - кількість машин

λ , тобто al - інтенсивність пасажиропотоку

C - довжина маршруту поділена на середню швидкість

l - максимальна кількість пасажирів в автобусі

ST - СКВ інтервалу між автобусами

t - поточний час обчислюваного експерименту

i - лічильники тактів обчислюваного експерименту

m - поточна довжина черги в п. A

—

$I_i, i = 1, 3$ - складова критерію

Rt - час після прибуття останнього пасажира

Tt - час після прибуття останнього автобусу

MT - математичне очікування інтервалу між автобусами

T - інтервал до прибуття наступного автобусу

R - інтервал до прибуття наступного пасажира.

Дані, які ми вписуємо в програму при запуску:

Час експерименту – 10000 секунд;

Максимальне квантування за часом: 1 секунда;

Кількість машин – в залежності від інтервалу та кількості дослідження;

Інтенсивність пасажиропотоку (з'ясовуємо при статистичних даних) –

0,101761;

Показник C (довжина маршруту на середню швидкість) - 3280 секунд;

Кількість пасажирів в автобусі (кількість пасажирських місць) – 25

штук;

СКВ інтервала між автобусами – 27,3564;

Програма нам виводить результат: I_1, I_2, I_3 та загальне значення I .

Початкова кількість автобусів маршруту 87-А сягає 24 машини.

Перший крок – це вирішення проблеми, коли час після прибуття останнього пасажира повинен бути меншим, до прибуття наступного. Ці цикли допомагають визначити важливі значення для наступного кроку.

Другий крок – це інтервал часу прибуття наступного автобусу з попереднім, він повинен бути скорегованим з інтервалом прибуття пасажирів на зупинку.

Третій крок – імітаційна модель прораховує алгоритм до тієї межі, коли випадкова величина стає менше ніж 0,03, це вираховує значення I_1 та I_2 .

Наступний крок – це розрахунок значення I_3 , після якого ми знову стикаємося з тим, що поточний час обчислюваного експерименту повинен бути меншим, аніж час експерименту. Якщо ні, то повертаємося до кроку 1 і починаємо знову. Якщо так, то програма виводить нам результати нашої роботи, тобто значення I_1, I_2, I_3 та I . Останній цикл повторюється чітко 133 рази. I вираховується по формулі, але з установленими ваговими коефіцієнтами, тобто:

$$I = I_1 - 100 \cdot I_2 - 50 \cdot I_3, \quad (2.23)$$

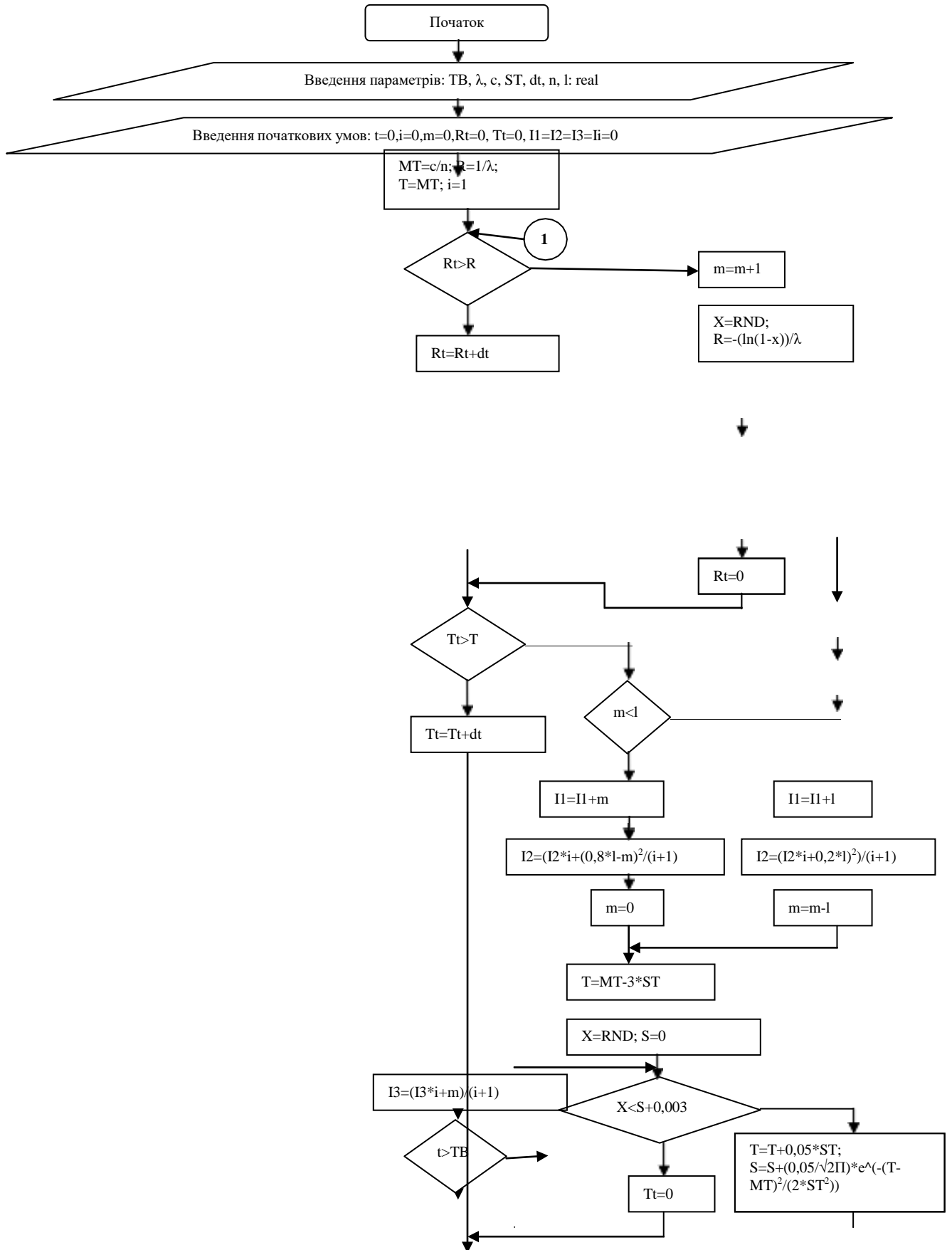
де $C_1 = 1$; $C_2 = 100$; $C_3 = 50$.

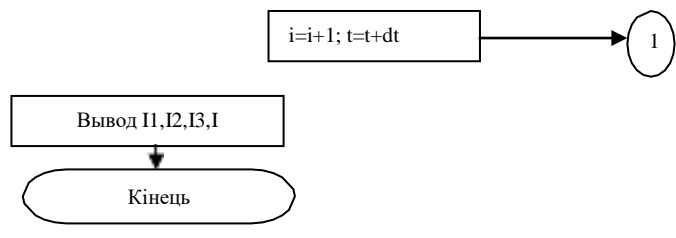
В нашій програмі є 6 циклів, які розв'язуються не тільки послідовно, але і з поверненнями до попередніх кроків.

За допомогою імітаційної програми ми робимо перерахунок досліду 10 разів, щоб з'ясувати наскільки відрізняються результати. А так як дослід виконується випадковим чином, то показники змінюються. Відслідкувавши

відхилення ми проводимо далі дослід, змінюючи тільки кількість машин, тобто виконується простий перебір значення n .

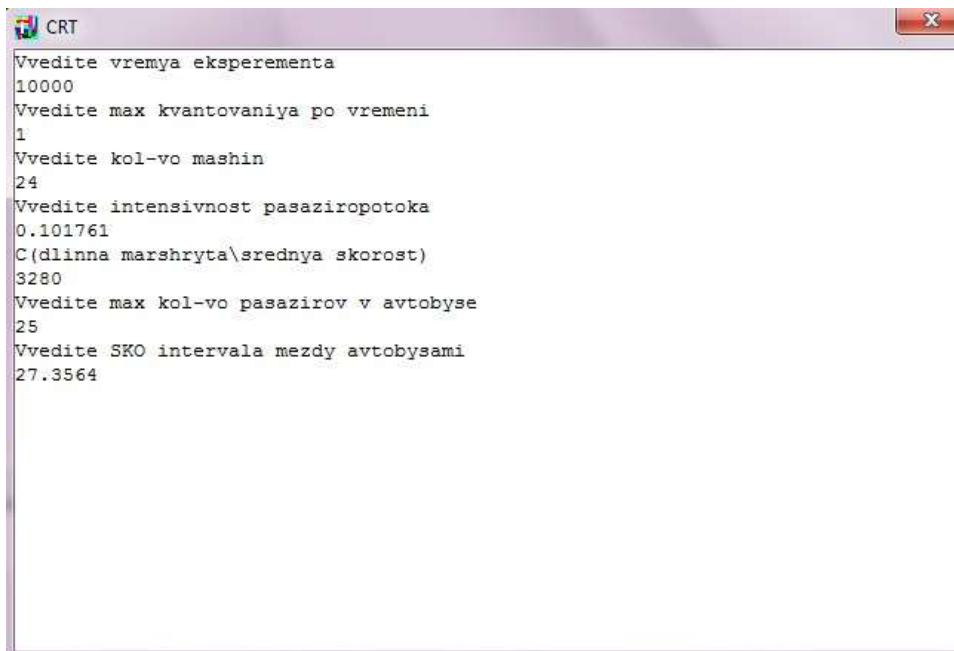
Алгоритм блок-схеми програми





Приклад розрахунку:

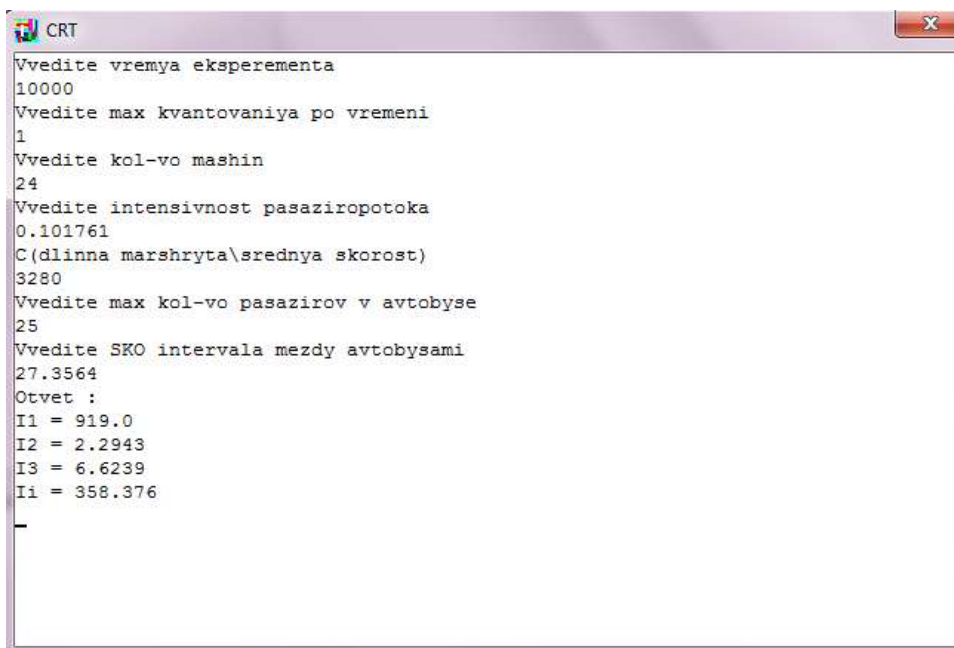
Робимо запуск програми і вводимо значення параметрів, які нам вже задані за умовою:



```
CRT
Vvedite vremya eksperementa
10000
Vvedite max kvantovaniya po vremeni
1
Vvedite kol-vo mashin
24
Vvedite intensivnost pasaziropotoka
0.101761
C(dlinna marshryta\srednya skorost)
3280
Vvedite max kol-vo pasazirov v avtobyse
25
Vvedite SKO intervala mezdy avtobysami
27.3564
```

Рис. 2.3.- Введення параметрів програми

На наступному кроці програма виводить результати обчислення складових і критерія оптимальності:

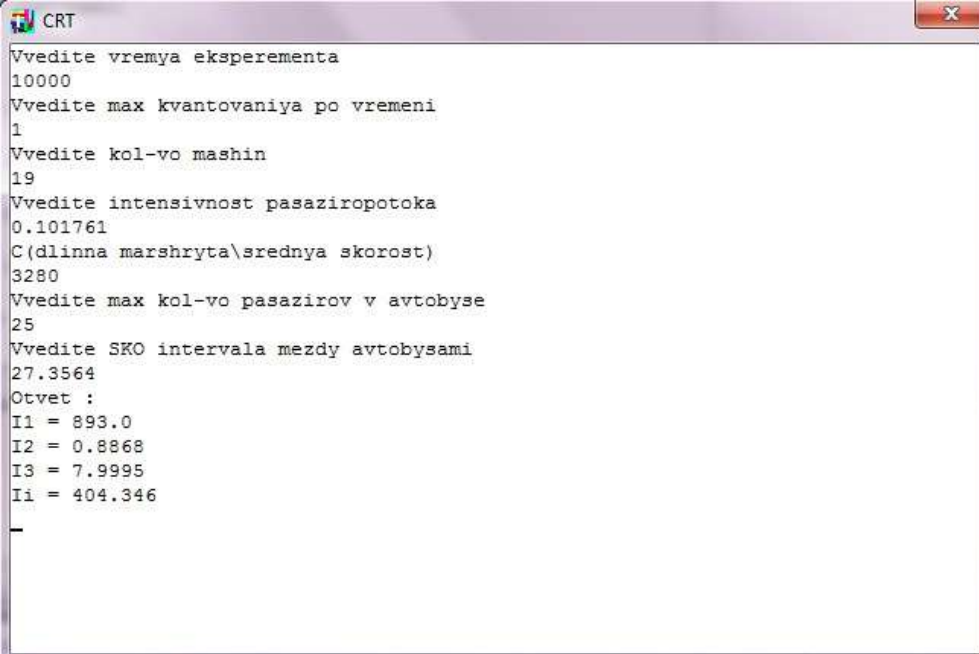


```
CRT
Vvedite vremya eksperementa
10000
Vvedite max kvantovaniya po vremeni
1
Vvedite kol-vo mashin
24
Vvedite intensivnost pasaziropotoka
0.101761
C(dlinna marshryta\srednya skorost)
3280
Vvedite max kol-vo pasazirov v avtobyse
25
Vvedite SKO intervala mezdy avtobysami
27.3564
Otvet :
I1 = 919.0
I2 = 2.2943
I3 = 6.6239
Ii = 358.376
-
```

Рис. 2.4. - Виведення на екран розрахунків, при 24 автобусах

Зробивши ще один дослід, ми з'ясуємо на скільки відрізняються результати експерименту і працює програма чи ні.

Введемо ті ж самі значення параметрів, крім кількості машин, він буде становити на цей дослід 19 машин.



```
Vvedite vremya eksperementa
10000
Vvedite max kvantovaniya po vremeni
1
Vvedite kol-vo mashin
19
Vvedite intensivnost pasaziropotoka
0.101761
C(dlinna marshryta\srednya skorost)
3280
Vvedite max kol-vo pasazirov v avtobuse
25
Vvedite SKO intervala mezdy avtobysami
27.3564
Otvvet :
I1 = 893.0
I2 = 0.8868
I3 = 7.9995
Ii = 404.346
```

Рис. 2.5- Виведення результатів розрахунків, при 19 автобусах

Наш інтервал розрахунків дослідів становить від 14 до 27 автобусів. Також робимо по 10 дослідів на кожну зміну кількості транспорту, щоб наочно відслідкувати зміну значення критерія оптимальності. (Табл. Ж.1, Ж.2).

Детально проаналізувавши, вирахувавши середнє значення кожного дослідів, ми побудували графік, який показує, що 24 автобуси на кільцевому маршруті 87-А не найкраще рішення і воно потребує перегляду цього питання.

Побудуємо графік, який показує рівень коефіцієнту:

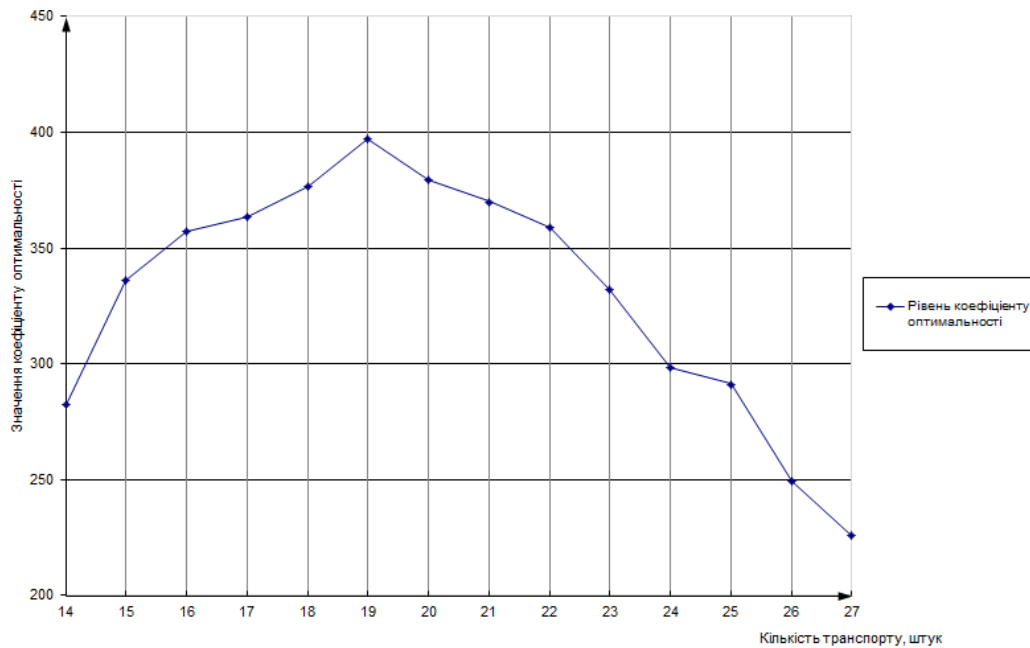


Рис. 2.6 - Залежність критерія оптимальності від кількості транспорту на маршруті
 Враховуючи всі складові критерія оптимальності і зробивши кожний дослід по декілька разів, робимо висновок, що краще значення критерію буде, коли ми візьмемо для розрахунків 19 автобусів, так як складові критерія від'ємні, тобто I_2 збільшиться (зросте пасажиропотік на цьому маршруті), а I_3 зменшиться (середня кількість людей на початковій зупинці знизиться).

Наш результат показує, що навіть при незначному зниженні кількості перевезення пасажирів, а це майже 21%, від машин на маршруті 87-А, відбувається покращення в тому сенсі, що «втрати» пасажирів, тобто коли мається перевантаженість, або коли городяни чекаючи довго автобус вирушають на інший вид транспорту або автобус, стають дедалі менше.

Значна кількість автобусів на маршруті погіршувала фінансовий стан перевізників, бо в них виникало недовантаження, потреба в цьому маршруті зникала чи ставала мінімальною, а це веде до зменшення проїзду та зарплатні перевізникам [7].

ВИСНОВКИ

Метою нашого дослідження було знаходження оптимальної кількості автобусів загального користування на кільцевому маршруті 87-А в годину пік, у місті Дніпро.

Для цього ми з'ясували статистичну інформацію, щодо інтервалу між пасажирами та інтервалу між автобусами. Додаткову інформацію ми взяли у ТОВ «Міський диспетчерський центр».

Перевіряючи по критерію згоди Колмогорова гіпотезу щодо показникового розподілу випадкової величини R – інтервалу між пасажирами по експериментальним даним з'ясували, що гіпотеза приймається. Також перевірили по критерію згоди Пірсона гіпотезу щодо нормального розподілу випадкової величини T – інтервалу між автобусами по експериментальним даним з'ясували, що гіпотеза приймається. Ця перевірка нам довела, що за допомогою дослідженій інформації додатка Г, можна скористатися, для подальшого налагодження алгоритму і розробки програми.

Виконавши 140 разів дослід, з використанням імітаційної програми, ми з'ясували, що максимальним критерієм оптимальності буде той, котрий прораховувався з параметром кількості транспорту рівному 19.

Зазначимо той факт, що складові критерію, тобто значення I_1 і I_2 збільшаться (зросте пасажиропотік на цьому маршруті), а I_3 зменшиться (середня кількість людей на початковій зупинці знизиться).

Наш результат показує, що навіть при незначному зниженні кількості перевезення пасажирів, а це майже 21%, від машин на маршруті 87-А, відбувається покращення в тому сенсі, що «втрати» пасажирів, тобто коли

мається перевантаженість, або коли городяни чекаючи довго автобус вирушають на інший вид транспорту або автобус, стають дедалі менше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Желдак Т.А., Малієнко А.В. Методичні рекомендації і вимоги до виконання дипломних робіт/ Системний аналіз і управління, 2012.-40с.
2. Новицький І.В., Лазорін А. І., Ус С. А.. Навчальний посібник / Теорія ймовірності та випадкові процеси, 2002. - 220 с.
3. Сеньо П.С. Теорія ймовірностей та математична статистика: Підручник. – 2 вид., перероб. і доп. – К.:Знання, 2007. – 291 с.
10. <http://b2bsky.co.ua/info/37898601> - 10.12.2012 р. – «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "МІСЬКИЙ ДИСПЕТЧЕРСЬКИЙ ЦЕНТР"».
11. <http://debaty.org/docs/sostoyanie.pdf> - 30,04,2015 г. – раздел 4, - Нынешнее состояние инфраструктуры термозит экономического роста.
12. Договір №11 на організацію та управління рухом міського пасажирського транспорту загального користування у місті Дніпропетровську. – Д: Департамент транспорту та зв'язку, 2013. -17с.
13. Випадкові процеси. [Текст], навчальний посібник / І.В. Новицький, С.А. Ус. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 125 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/2736>
14. Ус С.А. Моделі й методи прийняття рішень : навч. посіб. / С. А. Ус, Л. С. Коряшкіна ; Нац. техн. ун-т "Дніпров. політехніка". - 2-ге вид., випр. - Дніпро : НТУ "ДП", 2018. - 299 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/1847>
15. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: підручн. М 74 С.В. Козир, В.В. Слесарев, С.А. Ус, Т.В. Хом'як; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2022. – 163 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/160245>
16. Практикум з диференційних рівнянь [Електроний ресурс] : навчальний посібник / Л.С. Коряшкіна, О.Д. Станіна, Ю.О. Шевченко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» - Дніпро : НТУ «ДП», 2024 – 178 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167658>

ДОДАТКИ

Додаток А

Відомості матеріалів роботи

№ з/п		Позначення	Назва	Кількість	Примітки
1					
2			Документація		
3					
4		САіУ.РД.15.03.ПЗ	Пояснювальна записка	60	Формат А4
5					
6		САіУ.РД.15.03.ДМ	Демонстраційні матеріали	15	Презентація PowerPoint на CD-R
7					
8		САіУ.РД.15.03.КР	Копія роботи	1	Диск CD-R
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
					САіУ.РД.15.03.ДА.ПЗ.
Змін.	Аркуш	№ докum.	Підпис	Дата	
Розроб.		Смірнов А.В.			Матеріали роботи НТУ «ДП» 124-20-2
К. розд.		Слесарев			
Керівн.		Слесарев			
Н.контр.		Хомяк			
Зав. каф.		Желдак			

Відгук

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студента групи 124-20-2 Смирнова Артема Володимировича
Системний аналіз і управління

Тема кваліфікаційно роботи: «Оптимізація процесу пасажирських перевезень міста в умовах ТОВ «Міський диспетчерський центр»».
Обсяг дипломної роботи 60 с., 9 табл., 9 рис., 1 схема, 7 додатків, 12 літературних джерел.

Мета кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності процесу пасажирських перевезень по місту в годину пік, збільшення кількості пасажирів за один рейс, при тому що час, витрачений на чергу буде невеликим.

Актуальність теми обумовлене збільшенням пасажиропотоку у великих містах, що вимагають оптимальних перевезень загальним транспортом в годину пік.

Тема дипломної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 040303 Системний аналіз і управління, оскільки в роботі вирішуються задачі оптимізації процесу з використанням сучасних методів системного аналізу.

Виконані в д роботі завдання відповідають вимогам до професійної діяльності фахівця освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра.

Оригінальність наукових рішень полягає в використанні методів імітаційного моделювання і математичної статистики для оптимізації роботи.

Практичне значення результатів роботи полягає в підвищенні ефективності в застосуванні організації міського транспорту.

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в управлінні підприємством ТОВ «Міський диспетчерський центр» з наступним застосуванням не тільки на кільцевих маршрутах.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі (*в разі невідповідності – вказати*).

У роботі відзначені такі недоліки: — .

1. Не розглянуті питання області застосування розробок;

2. Використані статистичні дані обмежені.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує на оцінку: добре.

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння кваліфікації «фахівець з обчислень, бакалавр – системний аналітик».

Керівник роботи бакалавра,

д-р техн. наук, професор

_____ Слесарев В.В.

Рецензія

на кваліфікаційну роботу бакалавра
Студента групи 124-20-2 Смірнова Артема
Володимировича
Спеціальності Системний аналіз

Тема роботи: «Оптимізація процесу пасажирських перевезень міста в умовах ТОВ “Міський диспетчерський центр”».

Обсяг роботи: 60 с., 9 табл., 9 рис., 7 додатків, 12 літературних джерел.

Висновок про відповідність роботи завданню та освітньо- професійній програмі спеціальності: завдання та зміст роботи відповідає головній меті – перевірці знань і степені підготовки бакалавра спеціальності «Системний аналіз». Повнота та глибина задач, поставлених у роботі бакалавра, є достатньою. Зміст кваліфікаційної роботи відповідає завданню.

Загальна характеристика кваліфікаційної роботи, ступінь використання нормативно - методичної літератури та передового досвіду: В роботі розглянуто імітаційну модель існуючого процесу та створення алгоритма програми, дано огляд літературних джерел за даною темою, приведено коректні посилання.

Позитивні сторони роботи: в аналітичному розділі проведено ретельно розглянуто підприємство, його функції та проблеми, з чим стикаються, обґрунтовано обраний метод перевірки статистичних даних та вдало створений алгоритм програми, який визначає оптимальну кількість транспорту.

Основні недоліки роботи: Незрозуміло звідки були взяті вагові коефіцієнти.

Робота в цілому заслуговує оцінки: добре.

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння кваліфікації «фахівець з обчислень, бакалавр – системний аналітик».

Рецензент,
