**АНОТАЦІЯ**

**Структура та обсяг роботи.** Пояснювальна записка індивідуальної частини № 1 комплексного дипломного проекту складається з чотирьох розділів, містить 112 сторінок, 33 рисунків, 13 таблиці, 3 додатки, 21 джерел(о).

Індивідуальна частина № 1 присвячена складанню плану перевезень однорідної продукції із урахування вантажомісткості транспортних засобів та визначенню оптимальної кількості транспортних засобів для здійснення цих перевезень.

У розділі загальних положень наведена постановка задачі.

У розділі з математичного забезпечення наведена математична постановка задачі, обґрунтовано обрані підході для розв’язання. Були розроблені алгоритм для розв’язання задачі складання плану перевезень однорідної продукції із урахуванням вантажомісткості транспортних засобів. Проведено порівняльний аналіз алгоритмів на основі отриманих експериментальних даних.

У технологічному розділі наведена інструкція користувача та наведена методика випробувань програмного продукту.

У розділі з охорони праці наведені гігієнічні норми для приміщень, у яких експлуатуються ЕОМ.

МАРШРУТ, ЦИКЛ, ЗАДАЧА МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ВАНТАЖОМІСТКІСТЬ, ЗАДАЧА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ, АЛГОРИТМ ЛАНЦЮГА НАЙБЛИЖЧОГО СУСІДА, МЕТАЕВРИСТИКА, БДЖОЛИНИЙ АЛГОРИТМ, ЗАДАЧА КОМІВОЯЖЕРА.

**ABSTRACT**

**The structure and scope of paper.** Explanatory note of the individual part № 1 of the complex thesis project consists of 4 sections, contains 112 pages, 10 figures, 13 tables, 3 appendices, 21 references.

The individual part № 1 devoted to scheduling transportation of homogenous goods in consideration of cargo capacity of vehicles and to determination of the optimal number of vehicles.

In the part of general provisions problem formulation is given.

The section of mathematical support contains mathematical formulation of the problem and approaches to problem solving reasoning. Algorithms for solving the problem of the homogenous products transporting in consideration of cargo capacity of vehicles were developed. A comparative analysis based on experimental data was performed.

The technological part contains user guide and software test methodology.

In the section of labor protection hygiene requirements to the room, where computers are used, are given.

ROUTE, LOOP, VEHICLE ROUTING PROBLEM, CAPACITY, DATA CLUSTERING, NEAR-NEIGHBOR CHAIN ALGORITHM, METAHEURISTIC, BEES ALGOTIRHM, TRAVELING SALESMAN PROBLEM.

**ЗМІСТ**

[ВСТУП 8](#_Toc324974359)

[1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ 9](#_Toc324974360)

[Висновок до розділу 9](#_Toc324974361)

[2 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕНЯ 10](#_Toc324974362)

[2.1 Змістовна постановка задачі 10](#_Toc324974363)

[2.2 Математична постановка задачі 10](#_Toc324974364)

[2.3 Обґрунтування методу розв’язання 13](#_Toc324974365)

[2.4 Опис методів розв’язання 14](#_Toc324974366)

[2.4.1 Опис 2-етапного алгоритму для розв’язання CVRP 14](#_Toc324974367)

[2.4.1.1 Перший етап – кластеризація вершин графу 14](#_Toc324974368)

[2.4.1.1.1 Алгоритм ланцюга найближчих сусідів 14](#_Toc324974369)

[2.4.1.1.2 Бджолиний алгоритм кластеризації 16](#_Toc324974370)

[2.4.1.2 Другий етап – побудова маршрутів відповідно до проведеної кластеризації 18](#_Toc324974371)

[2.4.2 Опис 2-етапного алгоритму для розв’язання CVRP+ 18](#_Toc324974372)

[2.5 Порівняльний аналіз отриманих результатів 18](#_Toc324974373)

[Висновок до розділу 18](#_Toc324974374)

[3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 19](#_Toc324974375)

[3.1 Керівництво користувача 19](#_Toc324974376)

[Висновок до розділу 19](#_Toc324974377)

[4 РОЗДІЛ З ОХОРОНИ ПРАЦІ 20](#_Toc324974378)

[4.1 Загальні вимоги до виробничих приміщень 20](#_Toc324974379)

[4.2 Характеристика робочого місця 22](#_Toc324974380)

[4.3 Мікроклімат 23](#_Toc324974381)

[4.4 Характеристика випромінювання 24](#_Toc324974382)

[4.5 Освітлення 24](#_Toc324974383)

[4.6 Виробничий шум 25](#_Toc324974384)

[4.7 Електробезпека 25](#_Toc324974385)

[4.8 Пожежна безпека 26](#_Toc324974386)

[4.9 Правила безпечної роботи із ПК 26](#_Toc324974387)

[Висновок до розділу 27](#_Toc324974388)

[ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 28](#_Toc324974389)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 29](#_Toc324974390)

# ВСТУП

# ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

## Висновок до розділу

# МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕНЯ

## Змістовна постановка задачі

Логістична компанія здійснює перевезення однорідної продукції, наприклад, зерна або вугілля, із складів до клієнтів. Клієнти та склади розташовані у різних містах. Кожний склад має однорідний парк транспортних засобів, вантажомісткість яких є обмеженою. Кількість транспортних засобів на кожному складі вважається необмеженою.

Компанія має виконати певну кількість наявних замовлень. Необхідно скласти такий план перевезень відповідно замовленням, який зменшуватиме витрати на перевезення продукції і водночас визначатиме оптимальну кількість транспортних засобів для здійснення цих перевезень.

Кожний транспортний засіб має починати свій маршрут із міста, у якому розташований склад, та закінчувати його у тому ж місті.

## Математична постановка задачі

Постановка класичної задачі маршрутизації транспортних засобів (VRP) наведена у загальній частині дипломного проекту у п. 3.2.1. Розглянемо основні відмінності задачі маршрутизації транспортних засобів з урахуванням вантажомісткості транспортних засобів від класичної VRP.

Автопарк складається із необмеженої кількості транспортних засобів, вантажомісткість яких . Із кожним споживачем пов’язане замовлення . Замовлення усіх споживачів мають бути виконані, і жодний транспортний засіб не може перевезти продукції більш ніж одиниць. Зрозуміло, що мінімальна кількість транспортних засобів, необхідних для виконання усіх замовлень, дорівнює:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1) |

У класичні постановці CVRP замовлення одного клієнта не перевищує вантажомісткість транспортних засобів, тобто. Задачу, у якій замовлення може перевищувати вантажомісткість транспортних засобів будемо називати розширеною CVRP та позначати CVRP+. У випадку CVRP+ кожний споживач має бути відвіданий мінімально можливу кількість разів. Тобто:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2) |

де – мінімальна кількість транспортних засобів необхідних для виконання замовлення споживача .

Наведемо загальне формулювання задач CVRP/CVRP+ як задачі змішаного цілочисельного лінійного програмування. Використаємо наступну нотацію:

* – бінарна змінна, що приймає значення 1, якщо маршрут ‑ого транспортного засобу включає безпосередній переїзд із міста у місто , і значення 0 у іншому випадку;
* – кількість продукції доставленої -ому споживачу -им транспортним засобом; для CVRP ця змінна може приймати лише два значення – , якщо -ий транспортний засіб виконав замовлення споживача із міста , у іншому випадку , у випадку CVRP – .

Цільова функція – мінімізація сумарної вартості (довжини) складеного маршруту:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.3) |

Обмеження:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.4) |
|  | (2.5) |
|  | (2.6) |
|  | (2.7) |
|  | (2.8) |
|  | (2.9) |
|  | (2.10) |
|  | (2.11) |
|  | (2.12) |

Обмеження (2.4) гарантують, що кожний споживач буде відвіданий лише мінімально можливою кількістю транспортних засобів. Обмеження (2.5) забезпечують виїзд транспортного засобу від кожного відвіданого ним споживача. Обмеження (2.6) гарантують виїзд кожного транспортного засобу із міста-складу, забезпечуючи таким чином використання усіх наявних транспортних засобів. Обмеження (2.7) унеможливлюють утворення у розв’язку маршрутів, які не містять склад. Обмеження (2.8) гарантують, що клієнт обслуговується транспортним засобом , тільки якщо він проїжджає через місто . Виконання усіх замовлень у повному обсязі забезпечується обмеженнями (2.9). Обмеження (2.10) унеможливлюють можливість перевезення транспортним засобом продукції обсягом більше ніж їх вантажомісткість.

Доведено, що якщо задача (2.3)-(2.12) має допустимі розв’язки, тоді існує повністю цілочисельний оптимальний розв’язок, тобто оптимальний розв’язок, у якому . Це має важливе значення для розв’язання задачі CVRP+.

Основною проблемою розв’язання задачі (2.3)-(2.12) є те, що кількість необхідних транспортних засобів невідома заздалегідь. Одним із варіантів вирішення даної проблеми є ітеративний запуск розв’язання задачі для різної кількості транспортних засобів:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.13) |

де – верхня межа необхідної кількості транспортних засобів.

Зрозуміло, що максимальна кількість необхідних транспортних засобів буде у випадку, якщо кожному споживачу приписати необхідну для нього мінімальну кількість транспортних засобів, які більше нікого не обслуговуватимуть:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.14) |

Динамічне визначення необхідної кількості машин у процесі роботи алгоритму видається більш ефективним методом порівняно із ітеративним запуском, особливо якщо розв’язання однієї задачі для фіксованої кількості транспортних засобів займає досить багато часу.

## Обґрунтування методу розв’язання

Враховуючи результати, отримані при розв’язанні класичної задачі транспортних засобів (VRP), яка є задачею складання плану перевезень малогабаритної продукції за умов наявності необмеженої кількості транспортних засобів (див. п. 3.5 загальної частини дипломного проекту), було вирішено застосовувати 2-етапний метод розв’язання для розв’язання задачі маршрутизації транспортних засобів із урахуванням вантажомісткості.

Для виконання першого етапу алгоритму було обрано два різних підходи, для виявлення ефективнішого методу розв’язку. У даній роботі досліджується алгоритм ланцюга найближчого сусіда (Nearest-neighbor chain algorithm) та модифікований бджолиний алгоритм для кластеризації вершин для класичної задачі маршрутизації транспортних засобів, описаний у загальній частині комплексного дипломного проекту у п. 3.4.2.1.3.

Для другого етапу складання маршрутів застосовується бджолиний алгоритм розв’язання задачі комівояжера, оскільки для розв’язання даної задачі він на практиці показав себе як дуже ефективний метод.

## Опис методів розв’язання

### Опис 2-етапного алгоритму для розв’язання CVRP

#### Перший етап – кластеризація вершин графу

Постановка задачі кластеризації наведена у п. 3.4.2.1.1 загальної частини дипломного проекту. Основна проблема кластеризації для CVRP полягає у тому, що оптимальна кількість кластерів не відома заздалегідь, відома лише нижня межа необхідної кількості кластерів (див. формулу (2.1)). Це унеможливлює застосування методів кластеризації, які застосовуються для задачі VRP у первинному їх вигляді. Необхідно або модифікувати їх або розробляти нові підходи до кластеризації.

##### Алгоритм ланцюга найближчих сусідів

Алгоритм ланцюга найближчих сусідів (Nearest-neighbor chain algorithm) полягає у повторюваній побудові ланцюгів найближчих сусідів , де кожний кластер є найближчим сусідом попереднього, до тих пір доки не буде досягнута пара кластерів які є взаємно найближчими сусідами.

Наведемо більш формальний опис даного методу у вигляді покрокового алгоритму.

**Крок 1.** Формується початкова множина активних із активних кластерів, шляхом формування окремого кластеру для кожної точки.

**Крок 2.** Нехай – стекова структура даних, елементи якої є кластерами. Ініціаліазуємо її як порожню структуру.

**Крок 3.** Якщо поточне розбиття на кластери задовольняє умові задачі, завершити роботу алгоритму. Інакше перейти на крок 4.

**Крок 4.** Побудова ланцюга найближчих сусідів

**4.1** Якщо стек порожній, обрати довільний кластер і помістити його у верхівку стеку .

**4.2** Нехай кластер на верхівці стеку . Розрахувати відстані від до усіх інших кластерів. Нехай – найближчий кластер.

**4.3** Якщо не міститься у , помістити його у верхівку стеку та перейти до кроку 4.2.

**4.4** Якщо уже міститься у (він має бути безпосереднім попередником кластеру ), видаляємо кластери та із стеку та із множини активних кластерів, та додаємо об’єднаний кластер до множини активних кластерів.

**4.5** Перейти на крок 3.

Для того, щоб даний алгоритм застосувати як перший етап 2-етапного алгоритму розв’язку CVRP необхідно внести модифікації пов’язані із обмеженнями «місткості» кластеру (оскільки обмеженою є місткість транспортних засобів).

Наведемо модифіковану схему алгоритму призначену для кластеризації вершин CVRP.

**Крок 1.** Нехай – двозв’язаний список. Формуємо цей список шляхом формування окремого кластеру для кожної точки і додаванням її до списку.

**Крок 2.** Нехай – стекова структура даних, елементи якої є кластерами. Ініціаліазуємо її як порожню структуру.

**Крок 3.** Обираємо перший кластер із списку і встановлюємо його як поточний кластер та додаємо до стеку .

**Крок 4.** Побудова ланцюга найближчих сусідів

**4.1** Нехай кластер на верхівці стеку . Розрахувати відстані від до усіх інших кластерів. Нехай – найближчий кластер.

**4.2** Якщо не міститься у , помістити його у верхівку стеку та перейти до кроку 4.1.

**4.3** Якщо уже міститься у (він має бути безпосереднім попередником кластеру ) і можливе об’єднання та (тобто ), видаляємо кластери та із стеку та списку , та додаємо об’єднаний кластер до списку та у верхівку стеку .

**4.4** Якщо поточний кластер А був не останнім у списку обрати наступний за ним кластер, встановити його як поточний, спустошити стек та додати у його верхівку новий поточний кластер і перейти до кроку 4.

**Крок 5.** Якщо на кроці 4 не було здійснено жодного об’єднання кластерів, завершити роботу алгоритму, інакше перейти до кроку 2.

##### Бджолиний алгоритм кластеризації

Для кластеризації вершин для задачі CVRP було модифіковано бджолиний алгоритм кластеризації для задачі VRP (див. п. 3.4.2.1.3). Модифікація полягала у обмеженні «місткості» кластеру, тобто для точок кластеру має виконуватись наступне:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.13) |

Така модифікація необхідна для виконання обмеження на вантажомісткість транспортних засобів. Початкові розв’язки формуються наступним чином: випадкові вершини із множини вершин додаваються до кластеру до тих пір, поки дозволяє місткість кластеру. Як тільки кластер заповнюється, створюється новий, який так само заповнюється випадковим чином.

При застосування стратегії пошуку сусідніх розв’язків, що полягає у випадковому переміщенні точок із одного кластеру в інший (див п. 3.4.2.1.3 загальної частини дипломного проекту), виявилось що ця стратегія має суттєвий недолік у випадку задачі CVRP. Цей недолік полягає у тому, що у випадку наповненості двох будь-яких кластерів, виникає ситуація, коли алгоритм не може обміняти дві точки із цих кластерів між собою.

На рисунку 2.? наведений відповідний приклад. Розглянемо його детальніше. «Червоний» кластер має місткість 20 одиниць продукції, а «зелений» – 18 одиниць, а вантажомісткість одного транспортного засобу – 20 одиниць. Очевидно, що для отримання кращого розв’язку необхідно поміняти вершини із замовленням 6 од. і 7 од. продукції. Але це неможливо зробити послідовно перемістивши спочатку одну вершину, а потім іншу, оскільки місткості кластерів цього не дозволяють.



Рисунок 2.? – Приклад застосування стратегії пошуку сусідніх розв’язків для задачі CVRP

Для розв’язання цієї проблемо було введено додатковий метод у стратегію пошуку сусідніх розв’язків. Цей метод полягає у випадковому обміні двома вершинами між кластерами, якщо це дозволяє їх місткість. На рисунку 2.? наведена графічна ілюстрація цього методу.

 Рисунок 2.? – Формування сусіднього розв’язку шляхом здійснення обміну вершинами між кластерами

#### Другий етап – побудова маршрутів відповідно до проведеної кластеризації

Другий етап даного алгоритму розв’язання CVRP полягає у побудові маршрутів для кожного кластеру, він є таким самим як і другий етап даного алгоритму для розв’язання VRP. Для знаходження окремих маршрутів необхідно розв’язати задачу комівояжера для кожного кластеру (див. п. 3.4.2.2 загальної частини дипломного проекту).

### Опис 2-етапного алгоритму для розв’язання CVRP+

## Порівняльний аналіз алгоритмів

Аналіз алгоритмів був проведений на основі експериментальних даних, отриманих для задач із різними початковими вхідними даними. Аналіз алгоритмів проводився за двома напрямами: точність розв’язку, який він забезпечує, та час за який цей розв’язок було отримано.

У таблиці 3.1 наведені результати проведення експериментів.

## Висновок до розділу

Розділ з математичного забезпечення присвячений формулюванню змістовної та математичної постановки задачі складання плану перевезень однорідної продукції із врахуванням вантажомісткості транспортних засобів та визначення їх оптимальної кількості для здійснення цих перевезень, розробленню математичного апарату для розв’язання цієї задачі.

У розділі детально описано розроблені методи та алгоритми розв’язання задачі та обґрунтовано їх вибір.

Також важливим пунктом розділу з математичного забезпечення є проведення порівняльного аналізу розроблених алгоритмів із метою визначення найбільш ефективного з них.

# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

## Керівництво користувача

## Випробування програмного продукту

### Мета випробувань

### Загальні положення

### Результат випробувань

## Висновок до розділу

# РОЗДІЛ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин викладені у НПАОП 0.00-1.28-10 поширюються на всіх суб’єктів господарювання незалежно від форм власності, які у своїй діяльності здійснюють роботу, пов’язану з ЕОМ.

Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 вимоги стосовно освітлення, оптимальних умов мікроклімату, ергономічних характеристик основних елементів робочого місця, рівнів шуму, вібрації, електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання викладено у ДСанПіН 3.3.2-007-98. Електробезпека будівель та приміщень, де розміщені робочі місця операторів, повинна відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.21-98, а вимоги щодо пожежної безпеки повинні відповідати вимогам встановленим у ДБН В.1.1.7-2002, ГОСТ 12.1.004-91, НАПБ А.01.001-2004.

При розробці дипломного проекту необхідно дотримуватись усіх вище зазначених вимог та норм. Розглянемо кімнату, у якій відбувалось дипломне проектування із точки зори виконання правил охорони праці.

## Загальні вимоги до виробничих приміщень

ДСанПіН 3.3.2-007-98встановлює наступні вимоги до приміщень з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ:

* не дозволяються розміщення приміщень із робочим місцями операторів у підвалах та цокольних поверхах;
* площа на одного робочого місця оператора має бути не менше 6 м2, а площа – не менше 20 м3;
* природне освітлення має здійснюватися через світлові прорізи орієнтовані переважно на північ чи північний схід;
* у приміщенні слід щоденно робити вологе прибирання;
* приміщення має бути оснащене аптечками першої медичної допомоги;
* для внутрішнього оздоблення приміщень слід використовувати матеріали із коефіцієнтом відбиття для стелі 70-80%, для стін – 50‑60%, підлоги – 30-50%;
* прохід до засобів пожежогасіння має бути вільним.

На рисунку 4.1 зображений план приміщення, що розглядається.

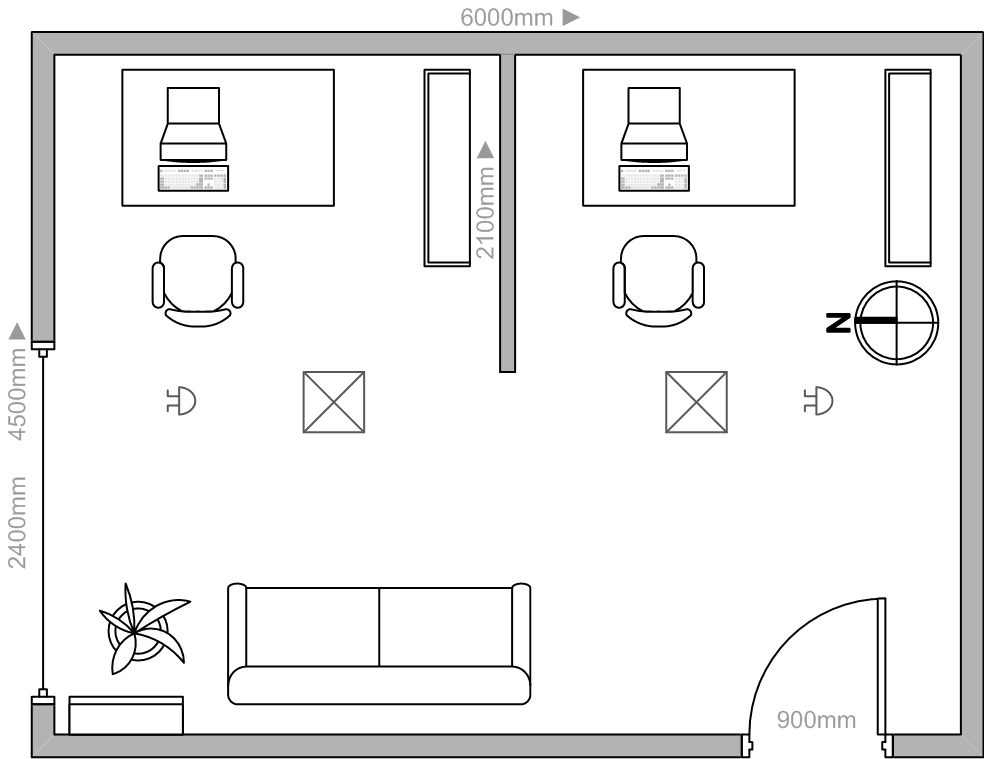


Рисунок 4.1 – План приміщення дипломного проектування

Приміщення відповідає вище описаним вимогам. Загальна площа складає 27 м2, висота – 3,5 м, об’єм – 94,5 м3. На одного робітника припадає 13,5 м2 площі, 47,25 м3 об’єму приміщення. Стеля має білий колір і коефіцієнт відбиття світла 70%, стіни пофарбовані у світло-зелений колір і мають коефіцієнт відбиття 50%, на підлозі постелений світлий дубовий паркет, коефіцієнт відбиття якого 30%. Інтер’єр приміщення є світлим та спокійним та сприятливо впливає на психічний стан працюючих, що має неабияку роль, оскільки робота з ЕОМ пов’язана із сильним психічно-емоційним напруженням.

## Характеристика робочого місця

Згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 конструкція робочого місця користувача ЕОМ має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози. У приміщенні знаходиться 2 робочих місця розділених перегородкою висотою 2 м. Робочі місця розташовані відносно світлових прорізів так, що природне світло падає зліва.

Поверхня робочого столу має довжину 0,9 м і ширину 1,4 м. Висота столу – 70 см. Робочий стіл має простір для ніг завширшки і заввишки 65 см, завглибшки 70 см. Під столом розміщується підставка для ніг, що має рифлену поверхню.

Робоче місце обладнане стільцем регульованими за висотою та кутом нахилу спинку. Висота спинки становить 31 см. Поверхня сидіння і спинки стільця напівм’яка з нековзним синтетичним покриттям, що легко чиститься і не електризується. Ширина та глибина сидіння стільця становить 50 см. Для зниження статичного напруження м’язів верхніх кінцівок стілець обладнаний стаціонарними підлокітниками.

Монітор розташований на відстані 60 см до очей. Клавіатура розташована на відстані 20 см від краю столу, звернутого до працюючого. Клавіатура має опорний пристрій, який дає змогу регулювати кут нахилу поверхні клавіатури. Для профілактики тунельного синдрому променевозап’ястного суглобу робоче місце обладнане ергономічними маніпуляторами типу «мишка».

Кожне робоче місце обладнане невеликою шафою для зберігання документації, також робочий стіл містить відділ для документів, які часто використовуються у процесі роботи.

Усі вищеописані характеристики робочого місця відповідають гігієнічним нормам до організації та обладнання робочих місць з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ описаним у ДСанПіН 3.3.2-007-98.

## Мікроклімат

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 робота оператора ПК відноситься до категорії «Легка Іа» (робота, що виконується сидячи і не потребує фізичного напруження). Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень, встановлені у ДСН 3.3.6.042-99, наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Оптимальні величини параметрів мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для категорії робіт «Легка Іа»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Період року | Температура повітря, град. С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
| Холодний | 22-24 | 60-40 | 0.1 |
| Теплий | 23-25 | 60-40 | 0.1 |

У заданому приміщенні система підтримки температури у межах норми (табл. 5.1), складається із:

* системи централізованого опалення, що забезпечує підтримання температури у межах норми у холодний період року;
* кондиціонера, що забезпечує оптимальну температуру у теплий період.

Кондиціонер обладнаний не тільки системою точного контролю температури повітря, а й його вологості. Також кондиціонер дозволяє регулювати швидкість руху повітря, що подається у кімнату, та має функцію іонізації повітря (оптимальними параметрами є: кількість позитивно-заряджених іонів – 1500-3000 іонів у см3 повітря, негативно-заряджених – 3000‑5000 іонів). Усе це дозволяє встановлювати такий режим роботи кондиціонера, за якої параметри мікроклімату у приміщенні будуть відповідати нормам (табл. 5.1).

## Характеристика випромінювання

Єдиним джерелом ультрафіолетового випромінювання у приміщенні є люмінесцентні лампи, вони містять незначну УФ-складову із ртутного спектра, що цілком задовольняє нормам.

Основними джерелами інфрачервоного та електромагнітного випромінювання є кондиціонер, системні блоки та монітори. На сьогодні усі технічні засоби мають інтенсивність випромінювання в десятки разів менші за нормативно встановлені. Так, наприклад, інтенсивність інфрачервоного випромінювання сучасних моніторів лежить у межах 10-100 мВт/м2, що цілком задовольняє вимогам ДСанПіН 3.3.2-007-98.

## Освітлення

У описаному приміщенні освітлення є суміщеним. Природне освітлення здійснюється через світлові прорізи орієнтовані на північ і забезпечує коефіцієнт природної освітленості рівний 2% (за нормами ДСанПіН 3.3.2-007-98 має бути не менше 1.5 %).

Джерелами штучного світла є 8 люмінесцентних ламп типу ЛБ 40 (світловий потік – 3000 лм), що розміщується по 4 шт. у 2-ох світильниках. Використані світильники загального освітлення серії ЛПО 3б із дзеркальними ґратами. Така система штучного освітлення забезпечує освітленість робочого місця у 440 лк, що відповідає нормам оскільки згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 значення освітлення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк.

## Виробничий шум

Основним джерелом шуму у приміщенні є кондиціонер та комп’ютери. Рівень шуму кондиціонеру лежить у діапазоні 26-36 дБА, комп’ютера – 35‑40 дБА. Сумарний рівень шуму від кондиціонера та комп’ютерів дорівнює 38-43 дБА. Згідно обов’язкового для виконання додатку 1 ДСанПіН 3.3.2-007-98 рівень шуму у приміщенні, у якому знаходиться робоче місце програміста, має бути не вищий за 50 дБА. Приміщення цілком відповідає цим нормам.

## Електробезпека

Приміщення, що описується у даному розділі, за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом відноситься до категорії приміщень без підвищеної небезпеки, оскільки відсутні такі умови як підвищена вологість, наявність струмопровідного пилу, струмопровідна підлога, висока температура повітря (+35 С°).

У заданому приміщенні електромережа для живлення ЕОМ з ВДТ виконана як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Усі провідники відповідають номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам НПАОП 40.1-1.01-97.

Електромережа штепсельних розеток виконана за магістральною схемою по 5 розеток у одному колі і прокладена по підлозі попід стінами. Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 при розміщенні у приміщенні до 5 ЕОМ з ВДТ дозволяється прокладати трипровідниковий захищений провід у оболонці з негорючого чи важкогорючого матеріалу по периметру приміщення без металевих труб та гнучких металевих рукавів. Усе обладнання підключається до мережі тільки за допомогою справних штепсельних з’єднань і електророзеток.

## Пожежна безпека

Згідно НАПБ Б.03.002-2007дане приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою відноситься до категорії В, тобто не є вибухонебезпечною, а лише пожежонебезпечною. Увесь простір у приміщенні відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01 відноситься до пожежонебезпечної зони класу П-ІІа – простір у приміщенні, у якому знаходяться горючі речовини та матеріали. У заданому приміщенні можливе виникнення пожеж класу А (горіння рідких речовин) та класу Е (горіння електрообладнання).

У приміщенні знаходиться 3 порошкових вогнегасники, які придатні до гасіння пожеж класу А та Е, із зарядом вогнегасної речовини 5 кг. Згідно НАПБ Б.03.001-2004 у приміщеннях категорії В площею не більше 50 м2 за можливості виникнення пожеж класу А та Е мінімальна кількість порошкових вогнегасників із зарядом вогнегасної речовини 5 кг дорівнює 2 шт. (тобто норми дотримані).

Приміщення, де розміщені робочі місця операторів, мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації. У даному приміщенні димові сповісники ДИ-1 у кількості 2 шт. розташовані за схемою квадратного розміщення. Відстань між сповісниками – 4 м, максимальна відстань від сповісника до стіни – 3 м, що у повній мірі задовольняє нормам ДБН В.2.5-56-2010.

План евакуації у випадку пожежі знаходиться на виході із приміщення біля дверей.

## Правила безпечної роботи із ПК

***Перед початком роботи*** необхідно переконатися у справності електропроводки, вимикачів, штепсельних розеток, наявності заземлення комп’ютера та цілісності корпусів обладнання. У випадку виявлення будь-яких несправностей починати роботу заборонено.

***Під час роботи*** необхідно дотримуватись наступних правил:

* забороняється самостійно проводити ремонт або змінювати конструкцію ЕОМ та вимикати захисні пристрої;
* забороняється класти сторонні предмети на корпус ПК, монітор та периферійні пристрої;
* забороняється часто включати та виключати комп’ютер без необхідності;
* у випадку аварійної ситуації необхідно негайно вимкнути ЕОМ з ВДТ та периферійні пристрої;
* забороняється продовжувати роботу на ЕОМ у випадку появи нехарактерних сигналів, нестабільного зображення на моніторі тощо;
* необхідно дотримуватись встановленого режиму праці та відпочинку;

***Після завершення роботи*** необхідно знеструмити усі засоби обчислювальної техніки та усі периферійні пристрої. У випадку безперервного виробничого процесу залишають увімкненим лише необхідне обладнання.

## Висновок до розділу

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При виконанні комплексного дипломного проекту були детально розглянуті питання, які виникають у процесі створення плану перевезення продукції із складу до споживачів.

Індивідуальна частина № 1 дипломного проекту присвячена складанню плану перевезень однорідної продукції із урахуванням вантажомісткості транспортних засобів, а також визначенню оптимальної кількості транспортних засобів для здійснення цих перевезень.

Для розв’язання поставленої задачі був проведений ґрунтовний аналіз предметного середовища, а також враховані результати отримані при розв’язанні задачі планування перевезень малогабаритної продукції (див. загальну частину дипломного проекту). На основі цих даних була сформульована математична постановка задачі та розроблений математичний апарат для її розв’язку. Результат розв’язання поставленої задачі став поштовхом для розгляду подібної задачі – складання плану перевезень продукції із урахуванням вантажомісткості,обмеженого за кількістю парку транспортних засобів та пріоритетів замовлень. Цій темі присвячена індивідуальна частина № 2 дипломного проекту.

Метою даного дипломного проекту була не просто розробка методу розв’язання даної задачі, що дозволить зменшити витрати на перевезення, а створення якомога більш ефективного методу розв’язання задачі, тобто такого методу який буде зберігати баланс між точністю знайденого розв’язку та часом, затраченим на знаходження цього розв’язку. Тому для розв’язання задачі було застосовано декілька підходів та проведений глибокий порівняльний аналіз на основі отриманих експериментальних даних. На проведеного була розроблена стратегія, що дозволяє вирішувати кожну окрему задачу найефективнішим методом. Таким чином полегшується робота користувача із розробленим програмним забезпеченням.

У роботі наведена детальна інструкція користувача по експлуатації розробленого програмного комплексу, а також описана методика випробувань.

Окремим пунктом розглянуто питання охорони праці, а саме сформульовані гігієнічні вимоги до приміщень, у яких експлуатуються ЕОМ, відповідно до державних нормативних правових актів про охорону праці, та наведені правила, яких необхідно дотримуватись при роботі із персональним комп’ютером.

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Article “” [Електронний ресурс] // Режим доступу: [http://neo.lcc.uma.es/radi‑aeb/WebVRP/index.html?/Problem\_Descriptions/VRPPDDesc.html](http://neo.lcc.uma.es/radiaeb/WebVRP/index.html?/Problem_Descriptions/VRPPDDesc.html);
2. Article “Vehicle routing problem” [Електронний ресурс] // Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle\_routing\_problem](http://en.wikipedia.org/wiki/K-means_clustering);
3. ФИО первого автора. The Vehicle Routing Problem: Last Advances and New Challenges [Текст] // ИОФ всех авторов // Город печатания: Springer, 2008. – 589 с.
4. Article “Travelling salesman problem” [Електронний ресурс] // Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Travelling\_salesman\_problem](http://en.wikipedia.org/wiki/K-means_clustering);
5. Article “Cluster analysis” [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cluster_analysis>;
6. Article “k-means clustering” [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://en.wikipedi a.org/wiki/K-means\_clustering;
7. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин;
8. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин;
9. ДСН 3.3.6.042-99 [Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень](http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972);
10. НПАОП 40.1-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;
11. НАПБ Б.03.002-2007Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою;
12. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;
13. НАПБ Б.03.001-2004 Типові норми належності вогнегасників

# ДОДАТОК А Графічний матеріал