

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»



Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

БОРОВИК ОЛЬГА ВАСИЛІВНА

Група КНТ-614м

МОБІЛЬНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ РІВНОМІРНОГО
РОЗПОДІЛУ ХАРЧОВИХ ПАКУНКІВ У
БАГАТОДЕННИХ ТУРИСТИЧНИХ ПОХОДАХ

АВТОРЕФЕРАТ

дипломної роботи на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня

«магістр» 123 Комп'ютерна інженерія

освітньої програми Спеціалізовані комп'ютерні системи

2025 р.

Дипломна робота є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті «Запорізька політехніка», на кафедрі комп'ютерних систем та мереж

Керівник

кандидат технічних наук, доцент
Тягунова Марія Юрївна,
Національний університет «Запорізька
політехніка», доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж

**Офіційний
рецензент:**

**Романовський Олександр
Володимирович,**
Генеральний директор ТОВ «Науково-
виробниче підприємство
«ХАРТРОН-ЮКОМ»

Захист відбудеться "25" грудня 2025 р.

Секретар екзаменаційної комісії, доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж **Т.В. Голуб**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні тенденції розвитку туристичних, волонтерських та гуманітарних ініціатив засвідчують зростання потреби в ефективному плануванні ресурсів під час автономних багатоденних місій. За умов обмеженого доступу до зовнішнього забезпечення саме раціональний розподіл ваги спорядження між учасниками є ключовим фактором, що визначає безпеку, фізичну витривалість групи та успішність подолання маршруту. Традиційні підходи до формування індивідуальних наборів продуктів ґрунтуються на ручних оцінках, які не враховують складної комбінації чинників: різної тривалості споживання харчових пакунків, взаємозалежності добових навантажень, індивідуальних фізіологічних відмінностей учасників та необхідності забезпечення монотонного зменшення ваги рюкзаків протягом походу. Саме тому актуальним є створення мобільної системи планування рівномірного розподілу харчових пакунків у багатоденних туристичних походах, здатної забезпечити точні та відтворювані рішення без потреби в зовнішніх обчислювальних ресурсах.

У цих умовах актуальним є створення формалізованих моделей та обчислювальних методів, здатних забезпечити об'єктивний, збалансований і відтворюваний розподіл ресурсів. Додаткової важливості проблема набуває завдяки можливості застосування аналогічних методів у військовій логістиці, рятувальних операціях та автономних місіях, де точність і стабільність рішень мають критичне значення. Ця робота спрямована на розв'язання зазначеної проблеми шляхом побудови математичної моделі задачі розподілу пакунків, реалізації відповідних алгоритмічних підходів та створення повноцінної програмної системи, придатної до використання на мобільних пристроях у реальних умовах.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є автоматизація процесу рівномірного розподілу харчових пакунків у багатоденному поході шляхом створення мобільної системи FoodCalc Mobile та експериментальної оцінки алгоритмів, що забезпечують точність і стабільність цього розподілу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі основні завдання:

1. Проаналізувати предметну область і сучасні наукові підходи до задач оптимального розподілу ресурсів;
2. Сформулювати постановку задачі розподілу харчових пакунків у багатоденних туристичних походах та її математичну модель;
3. Спроекувати мобільну систему;
4. Обрати алгоритми розв'язання задачі для подальшого дослідження та реалізації;
5. Реалізувати обрані алгоритми у ядрі системи;
6. Проаналізувати отримані результати з метою вибору найбільш придатного алгоритму для інтеграції у мобільний застосунок.

Об'єкт дослідження – процес планування розподілу ваги харчових пакунків між учасниками автономного багатоденного походу.

Предмет дослідження – алгоритмічні методи забезпечення рівномірного розподілу навантаження з урахуванням заданих обмежень.

Методи дослідження базуються на методах комбінаторної оптимізації, теорії алгоритмів та обчислювального моделювання. Задачу формалізовано у вигляді узагальненої задачі про множинні рюкзаки з додатковими обмеженнями та побудовано відповідну математичну модель. Для її розв'язання застосовано метод гілок і меж і генетичний алгоритм, а оцінювання ефективності виконано шляхом обчислювальних експериментів з аналізом точності розподілу, стабільності результатів і часу виконання. Достовірність отриманих результатів забезпечується коректністю постановки задачі, обґрунтованістю вибору алгоритмічних підходів і повторюваністю експериментів.

Наукова новизна отриманих результатів:

Наукова новизна роботи полягає у формалізації постановки задачі з урахуванням багатоденної структури пакунків, фізіологічних коефіцієнтів учасників і вимоги монотонного спадання навантаження, а також у порівняльному аналізі двох різних підходів до оптимізації для використання на мобільних пристроях.

Практичне значення отриманих результатів:

Практична цінність такої системи полягає у здатності оперативно формувати збалансований розподіл ресурсів в польових умовах, без підключення до мережі, що робить її корисною як для туристичних груп, так і для підрозділів, що діють у зоні обмеженої логістики.

Апробація результатів дипломної роботи. Положення, що стосуються формування критеріїв до задачі оптимізації розподілу харчових пакунків у багатоденному туристичному поході, апробовано у вигляді тез доповіді на VIII (II) Міжнародній Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика» (м. Запоріжжя, 2–4 квітня 2025 р.). У науковій статті, опублікованій у фаховому науковому журналі «Електронне моделювання» (2025 р., № 6, у друці), сформульовано задачу розподілу ресурсів у критичних логістичних сценаріях та побудовано її математичну модель, що стало основою для подальших алгоритмічних досліджень у дипломній роботі.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, трьох додатків. Основна частина містить 101 сторінку, 16 рисунків і 22 таблиці, список використаних джерел з 27 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі У першому розділі проведено аналіз предметної області та сучасних наукових підходів до задачі рівномірного розподілу ресурсів у багатоденних автономних походах. Розглянуто класичну задачу про рюкзак та її узагальнення, зокрема задачу про множинні рюкзаки, а також проаналізовано алгоритмічні підходи до їх розв’язання, включаючи точні, евристичні та метаевристичні методи, з урахуванням обмежень реального процесу планування харчових пакунків. Визначено особливості застосування алгоритмів в умовах багатоденного споживання, фіксованого закріплення пакунків, індивідуальних фізичних можливостей туристів і монотонного зменшення навантаження. На основі проведеного аналізу

сформульовано постановку задачі дослідження, побудовано математичну модель та обґрунтовано вибір алгоритмічних підходів для подальшої реалізації.

У другому розділі описано проєктування та реалізацію мобільної системи планування рівномірного розподілу харчових пакунків. Наведено загальну структуру системи та логіку її функціонування, що ілюструється блок-схемою, поданою на рисунку 1.

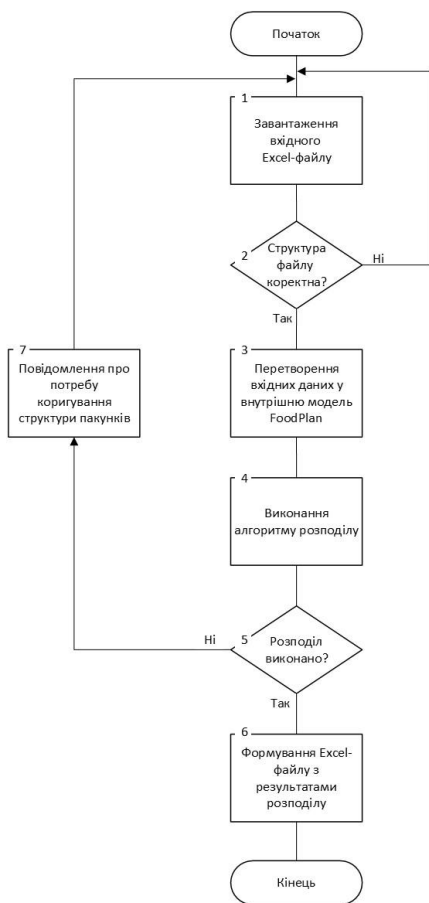


Рисунок 1 – Блок-схема роботи мобільної системи

Розроблено алгоритмічне ядро системи на основі методу гілок і меж та генетичного алгоритму, для яких побудовано детальні схеми роботи, наведені на рисунках 2 і 3 відповідно.

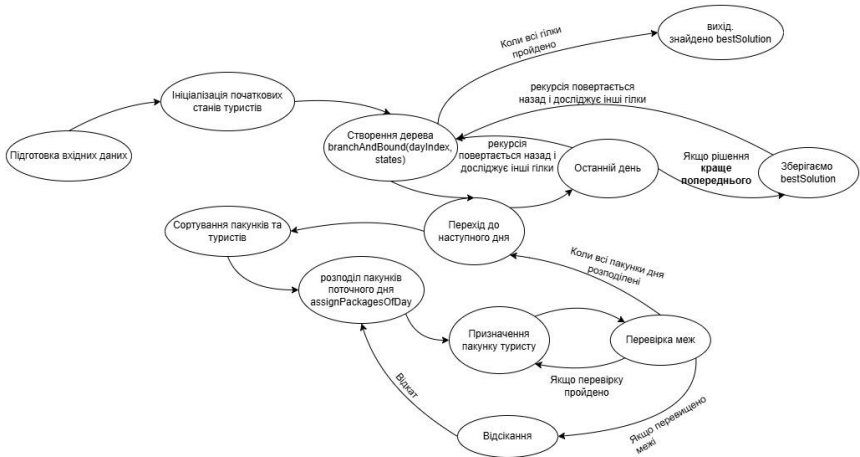


Рисунок 2 – Загальна схема реалізації алгоритму гілок і меж

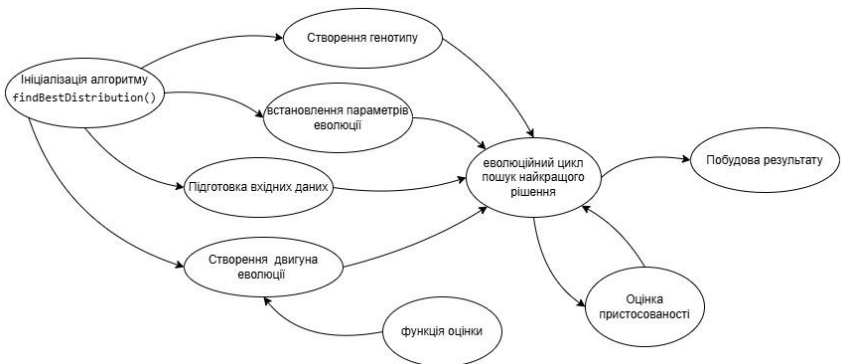


Рисунок 3 – Загальна схема реалізації генетичного алгоритму

Представлені схеми відображають послідовність прийняття рішень, механізми обмежень і формування результату, а також забезпечують наочне пояснення реалізованих алгоритмічних підходів у межах розробленої системи.

У третьому розділі наведено експериментальні дослідження розробленої математичної моделі та реалізованих алгоритмічних підходів до задачі рівномірного розподілу харчових пакунків. Розділ присвячено організації та методиці проведення обчислювальних експериментів, зокрема оцінюванню адекватності побудованої моделі щодо відтворення реального процесу планування навантаження у багатоденному поході. Визначено мету та умови експериментів, обґрунтовано вибір контрольованих параметрів і критеріїв оцінювання, а також описано апаратне і програмне середовище, в якому здійснювалося дослідження. У межах третього розділу сформовано набори вхідних даних і типові сценарії моделювання, що враховують змінну кількість учасників, тривалість маршруту, структуру пакунків і особливості їх багатоденного споживання. Проведено дослідження поведінки методу гілок і меж та генетичного алгоритму за різних масштабів задачі та конфігурацій параметрів, що дозволило проаналізувати їх роботу з погляду точності, стабільності та швидкодії без акценту на порівняльні результати. Отримані спостереження використано для визначення меж практичного застосування алгоритмів і підготовки подальшого аналізу результатів у наступному розділі.

У четвертому розділі наведено аналіз результатів обчислювальних експериментів та здійснено оцінювання ефективності реалізованих алгоритмічних підходів. Подано порівняння часу виконання методу гілок і меж та генетичного алгоритму, що ілюструється на рисунку 4, де показано залежність обчислювальної складності від масштабів задачі. Для оцінювання якості розподілу проаналізовано максимальні добові відхилення навантаження для обох алгоритмів, результати чого наведено на рисунку 5, що дозволяє порівняти їх здатність дотримуватися заданих таргетів. Окрему увагу приділено перевірці виконання обмеження монотонного спадання навантаження протягом маршруту, що проілюстровано на рисунку 6.

На основі проведеного аналізу сформульовано висновки щодо доцільності використання кожного з алгоритмів залежно від розмірності задачі та вимог до точності й швидкодії.

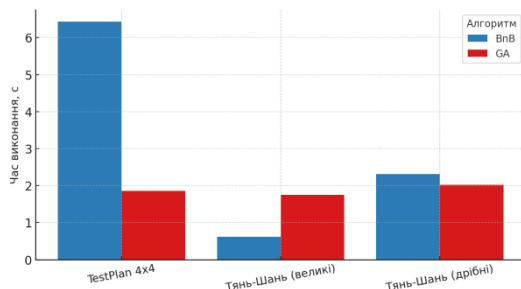


Рисунок 4 – Порівняння часу виконання алгоритмів

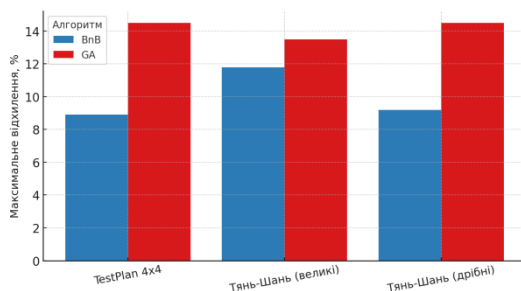


Рисунок 5 – Максимальні добові відхилення

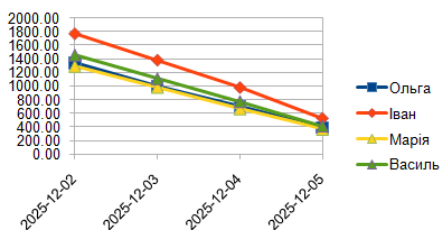


Рисунок 6 – Графік спадання ваги по днях

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розв'язано актуальну науково-практичну задачу автоматизації планування рівномірного розподілу харчових пакунків у багатоденних автономних

туристичних походах. У результаті аналізу предметної області та сучасних алгоритмічних підходів побудовано математичну модель задачі, що враховує специфічні обмеження реального процесу планування, зокрема багатоденне споживання пакунків, індивідуальні коефіцієнти навантаження учасників і монотонне зменшення ваги.

У ході дослідження реалізовано та проаналізовано два алгоритмічні підходи до розв'язання задачі – метод гілок і меж та генетичний алгоритм. На основі проведених експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність вибору методу гілок і меж як основного алгоритму реалізації системи, оскільки він забезпечує точне дотримання заданих обмежень, стабільність результатів і передбачувану поведінку для задач малих і середніх розмірів, що відповідають типовим сценаріям планування туристичних походів. Генетичний алгоритм розглянуто як альтернативний підхід для задач більшої розмірності, коли вимоги до швидкодії є пріоритетними.

Проведені дослідження підтвердили адекватність розробленої математичної моделі та ефективність обраного алгоритмічного підходу. Реалізована мобільна система може бути використана як інструмент підтримки прийняття рішень під час підготовки до багатоденних походів і має потенціал подальшого розвитку шляхом розширення моделі, удосконалення алгоритмів і адаптації до інших сценаріїв автономного планування ресурсів.

Таким чином, поставлені в роботі задачі виконані й мета досягнута.