

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

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

Здобувача вищої освіти Цвіка Володимира Юрійовича

академічної групи 124М-24-1

за освітньо-професійною програмою Системний аналіз

на тему: «Використання еволюційних методів пошуку рішень при
плануванні рекламної кампанії»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	<i>к.т.н., доц. Владико О.Б.</i>			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	<i>к.т.н., доц. Владико О.Б.</i>			
Спеціальний розділ	<i>к.т.н., доц. Владико О.Б.</i>			
Рецензент	<i>к.т.н., доц. Олішевський І.Г.</i>			
Нормоконтролер	<i>к.ф.-м.н., доц. Хом'як Т.В..</i>			

Дніпро
2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ *к.т.н., доц. Желдак Т.А.*
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

Завдання
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра

здобувачу вищої освіти Цвіку Володимиру Юрійовичу
академічної групи 124м-24-1 спеціальності Системний аналіз
на тему «Використання еволюційних методів пошуку рішень при
плануванні рекламної кампанії», затверджену наказом ректора НТУ
«Дніпровська політехніка» № 1165/с від 13.10.2025 р.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Інформаційно-аналітичний	<i>Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Обґрунтувати методи виконання поставлених завдань</i>	02.09.2025 – 01.11.2025
Спеціальний	<i>Розв'язати задачу оптимізації розподілу коштів для проведення рекламної кампанії згаданими методами при різних налаштуваннях з використанням методів еволюційного пошуку рішення, а саме методу пошук з заборонами та генетичного алгоритму.</i>	01.11.2025 – 01.12.2025

Завдання видано _____ *к.т.н, доц. Владико О.Б.*
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі «02» вересня 2025 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії «16» грудня 2025 р.

Прийнято до виконання _____ *Цвік В.Ю.*
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 90 сторінок, 11 таблиць, 25 рисунків, 4 додатки, 17 джерел.

Об'єкт досліджень – оптимальний розподіл коштів між рекламними носіями при проведенні рекламної кампанії.

Предмет досліджень – застосування та порівняння алгоритмів пошуку із заборонами та генетичного для задачі формування рекламного бюджету.

Мета роботи – збільшення ефективності проведення рекламної компанії за рахунок оптимізації розподілу повідомлень між рекламними носіями.

В інформаційно-аналітичному розділі розглянуті алгоритм пошуку із заборонами та генетичний алгоритм, їх ключові особливості та налаштування. Також проаналізована діяльність базового підприємства, його рекламних кампаній та обрані основні шляхи контакт зі споживачами.

В спеціальному розділі виконано реалізацію методів еволюційного пошуку рішення, а саме методу пошук з заборонами та генетичного алгоритм. Також розв'язану задачу оптимізації розподілу коштів для проведення рекламної кампанії згаданими методами при різних налаштуваннях. Зроблено висновки про застосовність методів.

Практична цінність. На основі даної роботи можна прийняти правильне рішення при виборі параметрів для розподілу рекламних повідомлень і рекламних носіїв.

Ключові слова: АЛГОРИТМ, ПОШУК ІЗ ЗАБОРОНАМИ, КОРОТКОСТРОКОВА ПАМ'ЯТЬ, ДОВГОСТРОКОВА ПАМ'ЯТЬ, СТРАТЕГІЯ, ІНТЕНСИФІКАЦІЯ, ДИВЕРСИФІКАЦІЯ, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ, РЕКЛАМА

ABSTRACT

Explanatory note: 90 pages, 11 tables, 25 figures, 4 appendices, 17 sources.

The object of research is the optimal distribution of funds between advertising media when conducting an advertising campaign.

The subject of research is the application and comparison of Tabu-search algorithm and genetic algorithm for the task of forming an advertising budget.

The purpose of the work is to increase the efficiency of conducting an advertising campaign by optimizing the distribution of messages between advertising media.

The information and analytical section consider the search algorithm with prohibitions and the genetic algorithm, their key features, and settings. The activity of the base enterprise, its advertising campaigns, and the selected main means of contact with consumers are also analyzed.

In a special section, the implementation of evolutionary search methods, namely the search method with prohibitions and the genetic algorithm, is conducted. The problem of optimizing the distribution of funds for conducting an advertising campaign by the mentioned methods in different settings is also solved. Conclusions are drawn about the applicability of the methods.

Practical value. Based on this work, you can make the right decision when choosing parameters for the distribution of advertising messages and advertising media.

Keywords: ALGORITHM, CONSTRAINED SEARCH, SHORT-TERM MEMORY, LONG-TERM MEMORY, STRATEGY, INTENSIFICATION, DIVERSIFICATION, GENETIC ALGORITHM, ADVERTISING

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 ПАТ «Кондитерська корпорація «Roshen»	10
1.2 Реклама і медіа планування	14
1.3 Аналіз рекламних носіїв для проведення рекламної кампанії	16
1.4 Аналіз ефективності рекламних носіїв	21
1.5 Постановка задачі дослідження	30
1.6 Пошук із заборонами (Tabu search)	31
1.7 Генетичний алгоритм	35
1.8 Висновки до розділу	45
2 Спеціальний розділ	47
2.1 Побудова цільової функції	47
2.2 Розробка та реалізація алгоритмів	52
2.3 Результат роботи алгоритму пошуку із заборонами	54
2.4 Результати роботи генетичного алгоритму	66
2.5 Порівняння результатів	72
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТКИ	79
ДОДАТОК А. Матеріали кваліфікаційної роботи	79
ДОДАТОК Б. Лістинг програмного забезпечення метод пошуку із заборонами	80

ДОДАТОК В. Лістинг програмного забезпечення генетичного алгоритму	88
ДОДАТОК Г. Відгук наукового керівника	90

ВСТУП

У зв'язку із швидким розвитком науки виникло важливе питання пошуку екстремумів функцій. Розробка методу пошуку із заборонами і генетичного алгоритму змогли завоювати перші, ряди так як дозволяють знайти екстремуми функції на множинах конечно-мірного векторного простору, ви-значеного нелінійними обмеженнями (нерівностями).

Генетичний алгоритм дозволяє по-новому подивитись на проблему пошуку екстремуму. Головною його особливістю є еволюційний підхід при знаходженні екстремумів, завдяки чому знайдені результати постійно покращуються у боротьбі за виживання.

Пошук із заборонами завдяки своїм різним настроюванням може допомогти знайти оптимальне рішення, яке задовольнить шукача. При цьому шукач сам може корегувати настроюванням для отримання ще більш точнішого результату.

Приклад роботи даних методу розглядається на задачі формування остаточного рекламного бюджету, розподілу рекламних повідомлень між носіями, а також досягнення найбільшої ефективності звернення до потенцій-них споживачів.

Об'єкт досліджень – оптимальний розподіл коштів між рекламними носіями при проведенні рекламної кампанії.

Предмет досліджень – застосування та порівняння алгоритмів пошуку із заборонами та генетичного для задачі формування рекламного бюджету.

Мета роботи – збільшення ефективності проведення рекламної компанії за рахунок оптимізації розподілу повідомлень між рекламними носіями.

Зазначену мету дозволяє досягнути виконання наступних завдань дослідження:

- 1) розглянути алгоритм пошуку із заборонами та генетичний алгоритм, їх ключові особливості та налаштування;

- 2) проаналізувати діяльність базового підприємства, його рекламних кампаній та обрати основні шляхи контакту зі споживачами;
- 3) реалізувати методи еволюційного пошуку рішення для поставленої задачі;
- 4) розв'язати задачу оптимізації розподілу коштів для проведення рекламної кампанії згаданими методами при різних налаштуваннях.
- 5) зробити висновки про застосовність методів.

Методи дослідження. В ході дослідження було використано методи системного аналізу та дискретної математики – для побудови оптимізаційних задач, методи економічного аналізу – для визначення проблемної області та постановки завдання, метод пошуку із заборонами та генетичний алгоритм – для розв'язання комбінаторної задачі умовної оптимізації; методи статистичного та візуального аналізу – для порівняння результатів рішення та формулювання висновків.

Теоретичне значення роботи полягає порівнянні двох еволюційних методів при розв'язанні алгоритмічно складної комбінаторної задачі не поліноміальної складності, а також в проведенні дослідження впливу на результати еволюційного алгоритму методу пошуку рішення із заборонами процедур інтенсифікації та диверсифікації.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вдосконалено алгоритм пошуку із заборонами за рахунок використання операторів інтенсифікації та диверсифікації, що дозволило підвищити якість та повторюваність отриманих рішень у порівнянні з відомими реалізаціями методу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у отриманні програмного забезпечення, яке дозволяє з високою точністю та надійністю розподіляти рекламний бюджет з максимальною ефективністю. Отримане програмне забезпечення може бути також застосоване до розв'язання інших

комбінаторних задач, зокрема, задач комплектації, класифікації та теорії розкладів.

Апробація результатів роботи. Основні наукові та практичні результати роботи апробовані в вигляді доповіді на XX Міжнародній науково-практичній конференції з проблем використання інформаційних технологій в освіті, науці та промисловості.

1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 ПАТ «Кондитерська корпорація «Roshen»

Об'єкт медіапланування: Приватне акціонерне товариство «Кондитерська корпорація «Roshen».

Рекламований товар: шоколадні плитки.

Бренд: «Roshen - це солодкий знак якості!».

Маркетингова мета: збільшення пізнавання марки, споживання і лояльності до неї. Збільшення об'ємів продажів, у тому числі і за рахунок розширення асортименту і збільшення обсягів виробництва.

Історія продукту на українському ринку. Кондитерська корпорація «Roshen» — найбільший український виробник кондитерських виробів. Солодощі випускаються на фабриках підприємства – Київської, Маріупольської і Кременчуцької. В асортименті більше 200 видів цукерок, шоколаду, карамелі, печива, вафель, мармеладу і тортів при загальному обсязі виробництва більше 300 тисяч тонн на рік.

З 2012 року до складу корпорації входить Липецька кондитерська фабрика, виробнича потужність якої складає близько 30 тис. тонн продукції на рік (закрита з 2022 року через військові дії). З 2016 року до складу корпорації входить Клайпедська кондитерська фабрика (Литва).

Всі кондитерські фабрики корпорації «Roshen» забезпечені устаткуванням для моніторингу контролю якості продукції і відповідних досліджень. Розробкою технологій і запуском високоякісних кондитерських виробів займаються фахівці, які пройшли атестацію і навчання в спеціалізованих іноземних центрах. На рисунку 1.1 представлено розвиток ТМ Roshen протягом останніх 5 років. Як можна побачити з рис. 1.1, після значного просідання особливо в прибутках, пов'язаних з активною фазою війни в 2022 році, на зараз продажі і фінансова діяльність корпорації

повертаються до попередніх показників. Загалом динаміку розвитку компанії можна вважати позитивною.



Рисунок 1.1 - Динаміка розвитку ТМ Roshen 2020р.-2024р.

В даний час на ринку кондитерських виробів України працюють близько 800 підприємств. З них 28 вважаються великими. При цьому, більше двох третіх всього ринку та три чверті експорту контролюють 9 виробників кондитерської галузі, а саме — АВК, ББК, «Житомирські ласощі», Київ-Конті, Kraft Foods Україна, Своя лінія (АТБ), «Roshen», «Світ ласощів» і «Світоч» (Nestle).

З рисунку 1.2 можна побачити, яким чином розподілилися долі учасників кондитерського ринку за підсумками 2024 року.

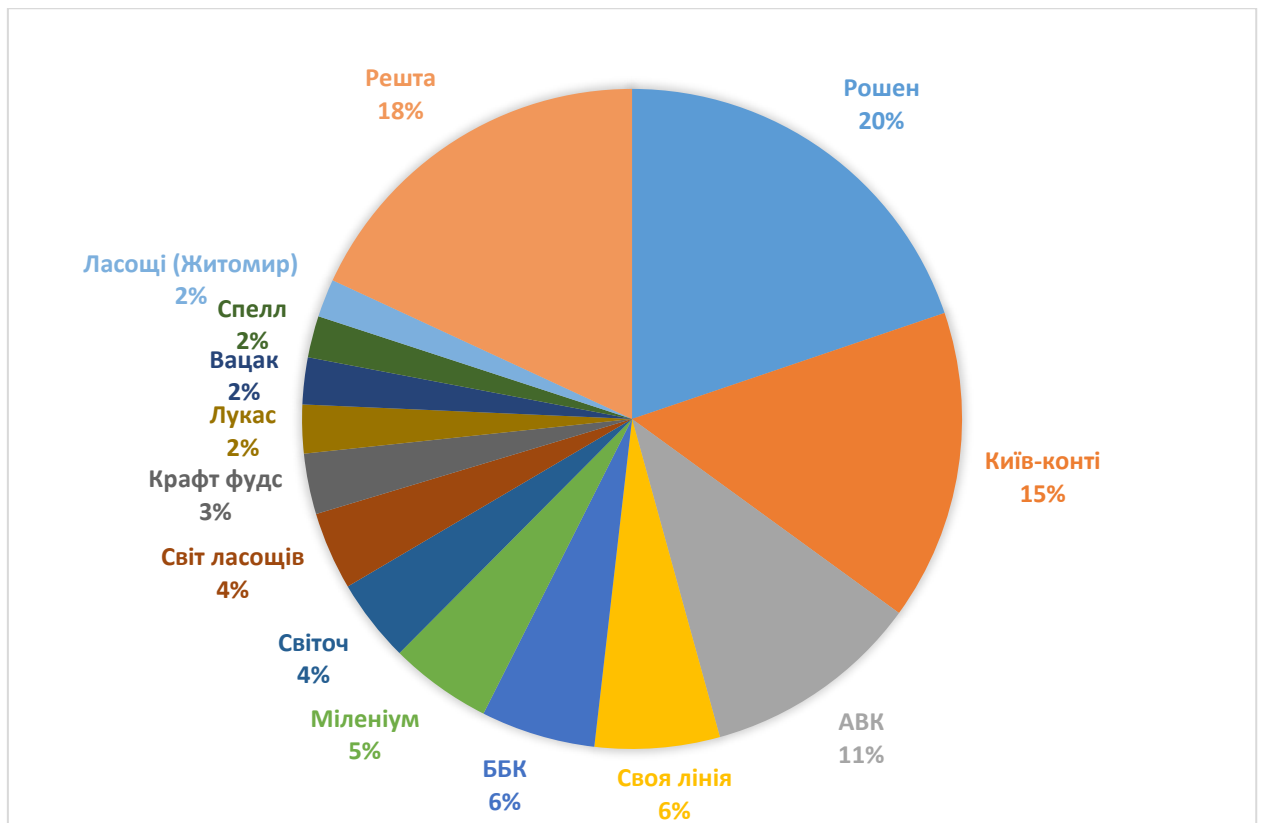


Рисунок 1.2 – Структура кондитерського ринку України в 2024р.

Концепції комунікації марки «Roshen» складаються з наступних пунктів:

1) Маркетингова мета:

- збільшення знання марки, споживання;
- формування лояльності до марки;

2) Мета комунікації:

- збільшення попиту шляхом впровадження в свідомість цільової аудиторії основної переваги продукту – смаку справжнього шоколаду.

3) Творче завдання:

- розробка креативної концепції для рекламної кампанії 2009 року (радіо реклама, телереклама, зовнішня реклама.).

4) Цільова аудиторія. Згідно дослідженням, соціально-демографічний портрет шанувальників ТМ «Roshen» наступний:

- особи (42%) і жінки (58%);
- вік: від 14 до 55 років, серед яких більше 60%, - люди 20-39 років;

- сімейний стан: одружені/заміжні (57%) і неодружені/ незаміжні (43%);
- освіта: переважно вища - 49%;
- щомісячний дохід на одного члена сім'ї: середній і вище середнього;
- місце мешкання: більшість міст України;
- характерні риси: волелюбність, доброзичливість, цілеспрямованість.

Віддають перевагу якісним кондитерським виробам українського виробництва. Цінують традиції, проте готові сприймати інновації в рецептурах.

5) Бренд «*Roshen*»:

- чисто український бренд, оскільки компанія «Roshen» - український виробник, на відміну від конкурентів («Корони» і «Світоча»);
- вся продукція компанії - продукція високої якості.

Основне посилення: «Roshen» - український виробник кондитерських виробів високої якості.

6) Що споживач повинен думати в результаті контакту з нашою рекламою: повірити, що всі шоколадні плитки «Roshen» володіють прекрасним традиційним смаком справжнього шоколаду. А асортимент дозволить кожному підібрати собі улюблений смак (сорт шоколаду, начинку).

7) Раціональні переваги: сучасне устаткування, передові технології виробництва, якісні інгредієнти, традиційні рецепти шоколаду і оригінальні рецепти плиток.

8) Емоційні переваги: шоколад дійсно натуральний і смачний. Упаковка красива і личить для невеликих дарунків. Є з чого вибрати (асортимент).

9) Чому споживач повинен в це повірити: лише поєднання всіх перерахованих чинників дозволяють молодій марці завойовувати свого споживача.

10) Позичювання марки «Roshen»: шоколадні плиткі «Roshen»- це якісний натуральний продукт за невисокою ціною для широкого кола споживачів, що відповідає найвищим споживчим вимогам і що постійно пропонує новинки.

11) Цінності для споживача:

- смак справжнього шоколаду;
- незмінна висока якість продукту;
- широкий асортимент на будь-який смак.

Об'єктом рекламування (загальна характеристика) є:

ТМ «*Roshen*» розробила новий вигляд шоколаду - справжній преміальний шоколад RoshenElegance. На даний момент існує:

- «Roshen Elegance» темний молочний з роздробленими лісовими горіхами;

- «Roshen Elegance» екстра чорний;
- «Roshen Elegance» темний молочний з роздробленим мигдалем;
- «Roshen Elegance» екстра чорний з роздробленим мигдалем.

Шоколадні 85 гр. плиткі.

В зв'язку з появою нового виробу, керівництво ТМ «Roshen» вирішило провести рекламну компанію в місті Дніпро протягом одного місяця. Для цього були вибрані певні носії рекламних повідомлень.

1.2 Реклама і медіа планування

Завдання рекламної компанії:

- чітка ідентифікація бренду як українського, випускаючого продукцію високої якості;
- підвищення знання марки;
- підвищення рівня продаж виробів від ТМ Roshen в м. Дніпро.

Тактика, займаючи підлегле положення по відношенню до стратегії, представляє конкретні короткострокові стратегії. Тактичне медіа планування полягає в обґрунтуванні необхідних для досягнення заздалегідь встановлених цілей засобів масової інформації, пояснює пріоритетне використання тих або інших засобів масової інформації з точки зору економічної ефективності і охоплює короткостроковий і середньостроковий період. Його завдання полягає в тому, щоб визначити, як саме ми можемо досягти те, що встановлене на рівні стратегії. Оперативним тактичним медіа плануванням є планування окремих операцій по роботі із ЗМІ. Основним завданням оперативного медіа планування є вибір необхідних і максимально ефективних засобів масової інформації в даний конкретний відрізок часу.

Реклама — термін походить від латинського слова «reklamare» — «голосно кричати або сповіщати» (у Древній Греції і Римі оголошення голосно викрикували або зачитувалися на площах і в інших місцях скупчення народу). Закон України «Про рекламу» дає наступне визначення реклами: «Реклама — поширювана в будь-якій формі, за допомогою будь-яких засобів інформації про фізичну або юридичну особу, товари, ідеї і починання (рекламна інформація), яка призначена для певного кола осіб і покликана формувати або підтримувати інтерес до цих фізичній, юридичній особі, товарам, ідеям і починанням і сприяти реалізації товарів, ідей і починань». Як бачимо, закон дає широке визначення реклами.

При правильній організації реклама дуже ефективна і сприяє швидкій безперервній реалізації вироблюваної продукції. Але для того, щоб реклама працювала, потрібно розробити стратегію рекламної кампанії, медіа планування.

Медіа планування являється одним із найважливіших компонентів рекламної кампанії. Під медіа плануванням спеціалісти розуміють діяльність по розміщенню реклами в традиційних засобах масової інформації (телебачення, радіо, преса) и на зовнішніх носіях.

Медіа план - це розклад, який має інформацію про кількість виходів інформації за певний проміжок часу. В медіа плані повинні бути вказані дати виходу, формати, продовжність розміщення інформації, інколи – спеціальні відомості, пов'язані з термінами подачі матеріалів для публікації і технічні вимоги до цих матеріалів.

Правильне медіа планування передбачає вибір такої комбінації різних медіа, при якій рекламне повідомлення побачить або почує найбільша частина цільової аудиторії. Мета реклами в тому, щоб саме твій споживач побачив твоє повідомлення в потрібний час в потрібному місці в потрібному настрої. Для досягнення цієї мети якраз і необхідне медіапланування.

1.3 Аналіз рекламних носіїв для проведення рекламної кампанії

При виборі конкретних ЗМІ для проведення рекламної кампанії керуються наступними критеріями:

- мірою авторитетності ЗМІ в конкретній області (наприклад, в кожній галузі є журнали, в яких публікуються відомі в даній області фахівці-експерти, що визначають високий рівень даного видання);

- мірою престижності ЗМІ у споживачів (найбільш престижні в певних груп споживачів ЗМІ мають найбільшу аудиторію);

- настроєм, створюваною в аудиторії і що впливає на комерційні комунікації (якщо визначене ЗМІ створює радісний настрій, то, купуючи певні товари, споживач прагне його підтримувати);

- створенням відчуття причетності (ЗМІ, що заставляють аудиторію співпереживати, проявляти високий рівень зацікавленості, володіють високою мірою рекламної дії).

І так, основними засобами поширення реклами можна вважати такі:

- реклама в пресі;
- друкарська (поліграфічна) реклама;
- екранна реклама;

- реклама на радіо;
- зовнішня реклама;
- реклама в комп'ютерних мережах (Інтернет);
- інші засоби реклами.

Вибір тих або інших носіїв залежить від особливостей сприйняття споживачів. Так, компанія Pro-Consulting проводить дослідження, як цільова аудиторія відноситься до тих або інших носіїв – на які рекламні носії споживачі звертають увагу і яким більше довіряють.

Більшість рейтингів дозволяють визначити, за допомогою якого медіаносія можна досягти найбільшого обхвату цільової аудиторії і ефективної частоти контакту споживача з рекламним повідомленням.

На підставі проведених досліджень вищеназваною компанією можна зробити висновок, що в нашому випадку найбільш ефективними будуть наступні види реклами:

- реклама на радіо;
- реклама на телебаченні;
- зовнішня реклама.

Розглянемо детальніше кожен з видів реклами.

Переваги радіо як рекламного носія. Основною особливістю радіореклами є її спрямованість на слух споживача, що в значній мірі відрізняє її від інших засобів реклами. На відміну від телебачення, преси, зовнішньої реклами, листівок і буклетів, які вимагають безпосереднього зорового контакту, радіореклама має можливість досягати свідомості (і підсвідомість) споживача без його активних дій.

Переваги радіо, з точки зору особливості впливу на аудиторію рекламного звернення:

Ціленаправленність. Радіо дозволяє впливати на різні цільові групи: від домогосподарок і студентів до автомобілістів і бізнесменів. Кожна радіостанція має свій специфічний формат, і відповідно, залучає на свої хвилі конкретного слухача. Правильно вибравши станцію для розміщення

Вашої реклами, Ви звернетесь саме до Вашого споживача і зможете добитися найбільшої ефективності.

Обхват аудиторії. Радіо дозволяє охопити більшу кількість Ваших існуючих і потенційних споживачів. Як показують дослідження SIREX Marketing Service, FM-радіо слухає 90% населення України. Причому радіо спілкується з ними впродовж всього дня і в будь-якому місці.

Доступність. Радіо доносить інформацію до слухача і впливає на нього навіть там і тоді, де інші медіа це зробити нездібні: його слухають практично скрізь – удома і на роботі, в автомобілі і суспільному транспорті, на природі і в різних суспільних місцях.

Активність. Радіо є активним зв'язком, який дає Вам можливість звернути увагу покупців саме в той момент, коли вони вирішуватимуть питання здобуття Вашого товару.

Наполегливість. Радіо дає велику можливість сприйняття і усвідомлення рекламного повідомлення.

Інформування. Люди звертаються до радіо, щоб взнати оперативну інформацію, наприклад «свіжі» новини, погоду, стан доріг. Розташовуючись поряд з даними блоками, реклама сприймається як складова частина даної інформації.

Персональне звернення і уява. Радіо звертається до кожного слухача персонально, і відповідно, сприймається індивідуально. Рекламне звернення сприймається потенційним покупцем у такому вигляді, який йому найбільш близький і приємний, отже, ефект від такої дії може бути вище, ніж від рекламного звернення, в якому споживачеві нав'язуються ті або інші образи.

Переваги радіо з точки зору специфіки роботи з даним каналом комунікації:

Оперативність. Радіо забезпечує можливість швидкого планування, виготовлення і розміщення рекламних кампаній.

Гнучкість. Радіо може дуже швидко адаптуватися до зміни різних чинників. Необхідні зміни можуть бути внесені до ходу рекламної кампанії на будь-якому етапі.

Невисока вартість. Радіо характерна невисока вартість виробництва і розміщення реклами.

Частота виходів. Відносно невисока вартість розміщення реклами дозволяє збільшити частоту виходів реклами, що, у свою чергу збільшує можливість рекламного повідомлення бути почутим.

Телебачення - основне медіа для доставки рекламних повідомлень, в тому випадку, якщо йдеться про товари масового попиту. Це сильний спосіб дії на масову свідомість, телебачення дозволяє охопити величезну аудиторію потенційних споживачів. Лише телебачення дає можливість отримувати інформацію відразу по двох каналах - слуховому і зоровому. З рекламної точки зору, телебачення украй рентабельно саме завдяки своїй широкій аудиторії. Часто для проведення ефективною рекламної кампанії може використовуватися поєднання двох або навіть трьох рекламоносіїв

До переваг реклами на телебаченні відносяться:

- одночасна візуальна і звукова дія, подія спостерігається в русі, що залучає глядача до демонстрованого на екрані;
- миттєвість передачі, що дозволяє контролювати момент здобуття звернення;
- можливість вибірково діяти на певну аудиторію;
- може показати глядачеві, як він відчуватиме себе, придбавши пропонований товар або послугу;
- потужна дія зображення і звуку на глядача;
- солідність реклами;
- широкий вибір рекламних засобів і форм;
- формування довіри до продукту, можливість нарощувати дію за рахунок великої кількості повторень;

- реклама, що переглядається в домашній обстановці, краще сприймається, особливо якщо вона якісно виконана.

Зі всіх видів зовнішньої реклами найефективнішою прийнято вважати – біл-борди. Рекламний щит, біл-борд (англ. Billboard) — термін використовується для опису вигляду зовнішньої реклами, що встановлюється уздовж трас, вулиць. Щит є рамою, оббитою листами оцинкованої сталі, або фанери, покритої атмосферостійкими складами, закріплену на опорі. Розміри різні, але більш використовувані 3х6 метрів.

Своєю масштабністю зовнішня реклама дозволяє добитися пізнаванності рекламованого продукту у великої кількості потенційних покупців. Зараз будь-яке місто нашої країни дуже складно представити без рясної щитової реклами, яку можна зустріти, як на міських вулицях, так і по ходу рухів автомобілів на швидкісних автострадах.

Зовнішню рекламу, якщо вона розміщена з врахуванням всіх важливих чинників і нюансів, неможливо не відмітити. Більш того, зі всіх видів реклами, вона може виглядати найбільш вражаючою, якщо є електричною або супроводжується художнім підсвічуванням.

В таблиці 1.1 стисло відображені недоліки й переваги вибраних засобів масової інформації.

Таблиця 1.1

Порівняння засобів масової інформації

<i>Засіб реклами</i>	<i>Переваги</i>	<i>Слабкі сторони</i>
<i>Радіо</i>	масовість аудиторії; відносно низька вартість одного рекламного контакту	обмеженість звукової вистави; невисока міра залучення уваги; скороминущість рекламного контакту
<i>Телебачення</i>	широта обхвату; багаточисельна аудиторія; висока міра залучення уваги; поєднання зображення, звуку і руху; висока емоційна дія	висока абсолютна вартість; перевантаженість рекламою; скороминущість рекламного контакту; слабка вибірковість аудиторії
<i>Зовнішня реклама</i>	висока частота повторних контактів; відносно невисока абсолютна вартість; слабка конкуренція	відсутність вибірковості аудиторії; неможливість контакту з видаленими аудиторіями; обмеження творчого характеру

1.4 Аналіз ефективності рекламних носіїв

Вивчивши рейтинги телекомпаній і радіостанцій, які віщають в місті Дніпро, їх аудиторію, керівництво прийшло до виводу, що найбільш ефективними повинні бути рекламні звернення до потенційних покупців по таким радіостанціям і телеканалах:

1. Радіостанції:

- «Наше»;
- «Мелодія»;
- «Інформатор»;
- «Європа+».

2. Телекомпанії:

- «ICTV»;
- «1+1»;
- «Новий»;
- «11 канал»;
- «34 канал»;
- «Суспільне».

3. Зовнішню рекламу керівництво «Roshen» вирішило замовити в місцевого рекламного агентства «Ракур».

Рекламна дія завжди направлена на цільову аудиторію, що теоретично володіє необхідними для покупки характеристиками – наявністю грошових коштів і потреби. Рекламна інформація публікується з позиції найбільш вірогідного збігу інтересів рекламодавця і «читачів» рекламного носія.

Пріоритетним для рекламодавця є визначення величини рекламних витрат на кожен рекламний носій.

Отже, рекламний бюджет складатиметься з наступних витрат:

$$Z_r = (Z_1 + Z_2 + Z_3), \quad (1.1)$$

де

$$Z_1 = (Z_{11} + \eta_1 * Z_{12}) \quad (1.2)$$

$$Z_2 = (Z_{21} + \eta_2 * Z_{22}) \quad (1.3)$$

$$Z_3 = (Z_{31} + \tau * Z_{32}) * K \quad (1.4)$$

Параметри, формуючі витрати на рекламу:

Z_1 - витрати на радіо рекламу;

Z_2 - витрати на телерекламу;

Z_3 - витрати на зовнішню рекламу;

Z_{11}, Z_{21} - витрати на виготовлення рекламного ролика;

Z_{12}, Z_{22} - витрати на вихід одного рекламного повідомлення;

Z_{31} - витрати на виготовлення рекламного макету;

Z_{32} - витрати на прокат рекламного щита в одиницю часу;

τ - умовна одиниця прокатного часу;

K - число об'єктів зовнішньої реклами (число рекламних щитів);

η_1, η_2 - частота рекламних оголошень на радіо і телебаченні

відповідно.

Тепер, склавши можливості і рекламний бюджет, проведемо остаточний вибір рекламних засобів і збалансуємо графік виходу рекламних повідомлень так, щоб скоротити число і тривалість пауз між оголошеннями.

Таблиця 1.2

Вартість трансляції рекламного повідомлення на радіо

Час	«Наше»	«Мелодія»	«Інформатор»	«Європа+»
06.00-09.00	2250	1900	2100	2080
09.00-12.00	6370	8850	6800	7610
12.00-15.00	9620	7350	8490	8490
15.00-18.00	10500	8100	9700	9300
18.00-21.00	5250	8850	5650	7050
21.00-00.00 і пізніше	1800	1450	1350	1630

Керівництво «Roshen» прийняло рішення, що найбільш ефективними будуть рекламні ролики тривалістю в 15 секунд. У приведеній

нижче таблиці 2 можна побачити вартість ефірного часу за 15 секунд на кожній з вибраних радіостанцій. Ціни приведені в гривнях.

Вартість виготовлення рекламного макету (ролика) дорівнює 6000 грн., тобто $Z_{11} = 6000$ грн.

Ефективність виходу рекламних роликів по тимчасових проміжках можна побачити в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Ефективність реклами по часовим інтервалам

Час	«Наше»	«Мелодія»	«Інформатор»	«Європа+»
06.00-09.00	0,3	0,1	0,6	0,5
09.00-12.00	0,2	0,25	0,5	0,3
12.00-15.00	0,3	0,1	0,3	0,6
15.00-18.00	0,7	0,5	0,3	0,5
18.00-21.00	0,7	0,35	0,7	0,8
21.00-00.00 і пізніше	0,01	0,1	0,01	0,1

Що стосується реклами на телеканалах, то вартість ефірного часу за 30 секунд можна побачити в таблиці 1.4. Ціни приведені в гривнях.

Таблиця 1.4

Вартість трансляції рекламного повідомлення на телеканалі

Час	«ICTV»	«1+1»	«11 канал»	«Новий канал»	«34 канал»	«Суспільне»
06.00-09.00	12500	17500	12500	5000	2250	2500
09.00-12.00	0	12500	3500	5000	1800	2000
12.00-15.00	0	0	3500	5000	2000	2000
15.00-18.00	34000	37500	15000	5000	1500	5000
18.00-21.00	34000	37500	30000	10000	5400	5000
21.00-00.00 і пізніше	34000	37500	21250	10000	4500	2000

Вартість виготовлення рекламного макету (ролика) дорівнює 270 500 грн., тобто $Z_{21} = 270500$ грн.

Ефективність виходу рекламних роликів по часовим проміжкам можна побачити в таблиці 1.5.

Ефективність реклами по часовим інтервалам

Час	«ICTV»	«1+1»	«11 канал»	«Новий канал»	«34 канал»	«Суспільне»
06.00-09.00	0,4	0,7	0,4	0,1	0,05	0,1
09.00-12.00	0	0,5	0,1	0,2	0,1	0,01
12.00-15.00	0	0	0,1	0,3	0,1	0,3
15.00-18.00	0,9	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2
18.00-21.00	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,1
21.00-00.00 і пізніше	0,5	0,4	0,1	0,1	0,01	0,1

Якщо врахувати, що кожен безрозмірний параметр, від якого залежить прибуток підприємства, відображає кінцевий результат взаємодії конкретних чинників, що впливають на інтенсивність інформаційного, товарного і фінансового потоків підприємства, то дані параметри можна використовувати як критерії, що визначають ефективність цієї взаємодії. Крім того, чисельні значення кожного з вищезгаданих безрозмірних параметрів (критеріїв) характеризують конкретні умови, в яких формується прибуток від реклами, тому комплексний аналіз зміни їх чисельних значень дозволить полегшити пошук і ухвалення ефективних управлінських рішень по оптимізації витрат на рекламу.

Запишемо залежність прибутку від основних параметрів інформаційного, товарного і фінансового потоків ДП «Roheп» в наступному вигляді:

$$Pr = \varphi(E_{po}, E_{ao}, E_{op}, E_{na}) \quad (1.5)$$

З рівняння (1.5) виходить, що ефективність реклами залежить від певної сукупності комплексних безрозмірних параметрів, які визначають

умови формування прибутку від реклами. Розглянемо структуру і економічний сенс параметрів, що входять в рівняння (1.5).

E_{po} - критерій ефективності рекламного звернення

$$E_{po} = \frac{K_{вко}}{K_{nn}} \quad (1.6)$$

Даний критерій характеризує долю потенційних споживачів товару в рекламній аудиторії, вступаючих в контакт з рекламним зверненням при одній рекламній дії. Ефективність рекламного звернення буде тим вище, чим більше кількість осіб, вступаючих в контакт з рекламним зверненням при одному рекламному зверненні.

E_{oa} - критерій ефективності обхвату рекламної аудиторії

$$E_{oa} = \frac{K_{вк}^2}{K_{nn} \times K_{ла}} \quad (1.7)$$

$K_{вк}$ - кількість потенційних споживачів товару в рекламній аудиторії, які вступили в контакт з рекламним оголошенням за досліджуваний період часу; $K_{пп}$ - загальна кількість потенційних споживачів товарів в рекламній аудиторії; $K_{ла}$ - загальна кількість осіб в рекламній аудиторії;

Даний критерій характеризує співвідношення між долею потенційних споживачів товарів в рекламній аудиторії, що вступили в контакт з рекламним оголошенням, і долею потенційних споживачів товарів в загальній кількості осіб в рекламній аудиторії, тобто

$$\frac{K_{вк}^2}{K_{nn} \times K_{ла}} = \left(\frac{K_{вк}}{K_{ла}} \right)^2 \div \frac{K_{nn}}{K_{ла}} \quad (1.8)$$

Із структури даного критерію виходить, що збільшення кількості осіб в рекламній аудиторії, а також кількості потенційних споживачів товарів приводитиме до збільшення ефективності обхвату рекламної аудиторії лише в тому випадку, якщо ці зміни супроводжуються відповідним

збільшенням кількості потенційних споживачів товарів, що вступили в контакт з оголошенням.

E_{oa} - критерій ефективності обхвату споживчого ринку

$$E_{oa} = \frac{K_{ек}^2}{K_{nn} \times K_{np}} \quad (1.9)$$

Pr - прибуток підприємства після реклами;

Даний критерій характеризує співвідношення між долею потенційних споживачів товару на споживчому ринку, які вступили в контакт з рекламним оголошенням і долею потенційних споживачів товарів на споживчому ринку, охоплених рекламоносієм, тобто

$$\frac{K_{ек}^2}{K_{nn} \times K_{np}} = \left(\frac{K_{ек}}{K_{np}} \right)^2 \div \frac{K_{nn}}{K_{np}} \quad (1.10)$$

$K_{на}$ - критерій ефективності насичення аудиторії в рекламних посланнях

$$E_{на} = \frac{K_{ек}^2}{K_{nn} \times K_{вко} \times K_p} \quad (1.11)$$

$K_{вко}$ - кількість осіб, вступаючих в контакт з рекламним зверненням при одній рекламній дії; K_p - кількість рекламних оголошень.

Даний критерій характеризує співвідношення між долею потенційних споживачів, що вступили в контакт з оголошенням, і мірою насичення рекламної аудиторії в рекламних оголошення, тобто

$$E_{на} = \left(\frac{K_{ек}}{K_{nn}} \right)^2 \div \frac{K_p \times K_{вко}}{K_{nn}} \quad (1.12)$$

де $\frac{K_p \times K_{вко}}{K_{nn}}$ - міра насичення рекламної аудиторії, яка характеризує

співвідношення між фактичною кількістю рекламних оголошень і кількістю рекламних оголошень, яка необхідна для сповіщення всіх потенційних споживачів товарів в рекламній аудиторії, тобто

$$\frac{K_p \times K_{vko}}{K_{nn}} = K_p \div \frac{K_{nn}}{K_{vko}} \quad (1.14)$$

При підрахунку даних використовуватимуться такі дані, як:

1. Населення м. Дніпра – 1 044 000 осіб. Ефективна цільова аудиторія складає 700 000 осіб.

2. Ділення на чоловіче і жіноче населення по м. Дніпро:

- чоловіче – 45,8% \approx 478 152 осіб;

- жіноче – 52,8 % \approx 565 848 осіб.

3. Аудиторія шанувальників ТМ «Roshen» ділиться по статевим ознакам таким чином:

- чоловіча аудиторія – 42%;

- жіноча аудиторія – 58%.

Аудиторія радіостанцій по статевим ознакам ділиться так, як видно з таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Аудиторія радіостанцій

Радіостанція	«Наше»	«Мелодія»	«Інформатор»	«Європа+»
Чоловіча доля (%)	38,5	50	41,4	47,1
Жіноча доля (%)	61,5	50	58,6	52,9

Аудиторія телеканалів по статевим ознакам ділиться так, як видно з таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Аудиторія телекомпаній

Телеканал	«ICTV»	«1+1»	«11 канал»	«Новий канал»	«34 канал»	«Суспільне»
Чоловіча доля (%)	50	50	38,6	58,2	54,2	68,8
Жіноча доля (%)	50	50	61,4	41,8	45,8	31,2

4. Рейтинг радіостанцій і відсоток радіослухачів від загальної кількості радіослухачів м. Дніпра. Дані можна побачити в приведеній нижче таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Рейтинг радіостанцій в м. Дніпро

Радіостанція	«Наше»	«Мелодія»	«Інформатор»	«Європа+»
Рейтинг (%)	7,1	4,2	14,3	5,1
Час	Радіослухачі (%)			
06.00-09.00	2	27,33	20,00	13,33
09.00-12.00	44,33	25,67	30,00	62,67
12.00-15.00	34,33	33,33	38,33	63,00
15.00-18.00	30,00	32,33	31,00	64,67
18.00-21.00	35,33	35,00	35,67	47,33
21.00-00.00 і пізніше	26,75	21,75	16,00	27,50

Графічно вподобання радіослухачів можна зобразити так, як показано на рисунку 1.3.

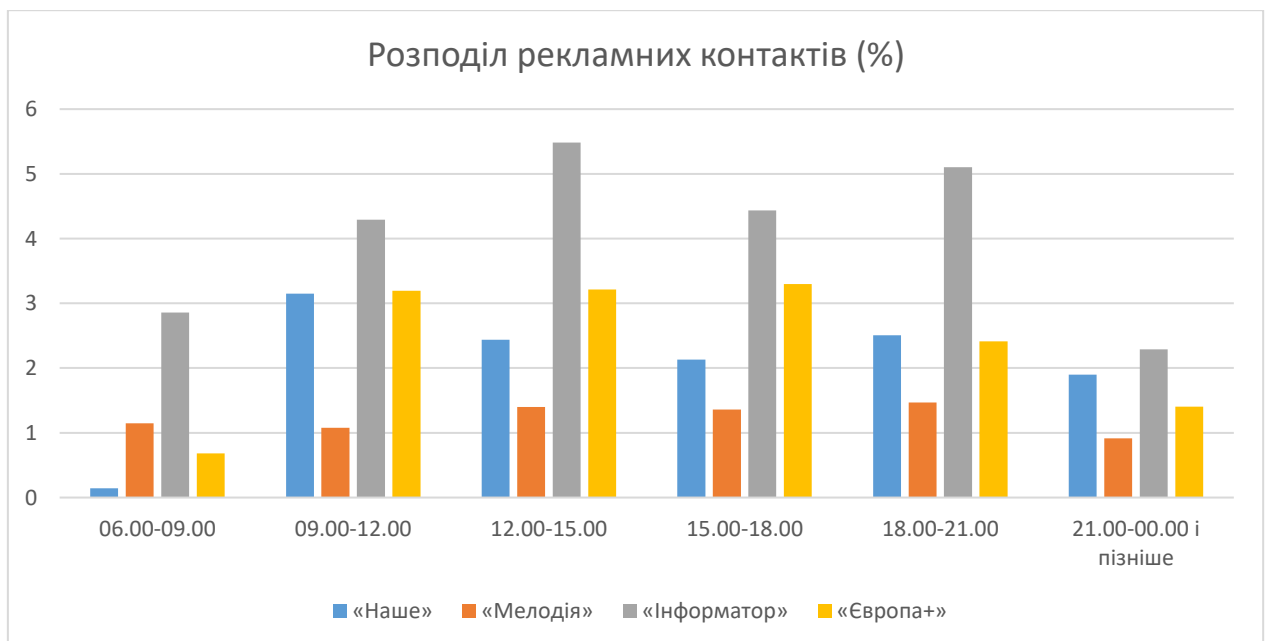


Рисунок 1.3 – Розподіл ймовірності рекламного контакту на радіо за добу.

5. Рейтинг телеканалів і відсоток глядачів від загальної кількості глядачів м. Дніпра. Данні можна побачити в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9

Кількість радіослухачів кожної радіостанції.

Телекомпанія	«ICTV»	«1+1»	«11 канал»	«Новий канал»	«34 канал»	«Суспільне»
Рейтинг	17,3	17,2	7,35	9,9	6,45	11,3
Час	Глядачі (%)					
06.00-09.00	1,67	7,67	18,33	30	3	20
09.00-12.00	0	0	21	15,67	9,3	30
12.00-15.00	0	14,33	18	22	12,67	38,33
15.00-18.00	0	22,33	28,33	27,3	16,67	31
18.00-21.00	53,33	20	31,67	26,3	25	35,67
21.00-00.00 і пізніше	42,5	48,75	37,5	36,25	12	16,00

Графічно вподобання телеглядачів можна зобразити так, як показано на рисунку 1.4.

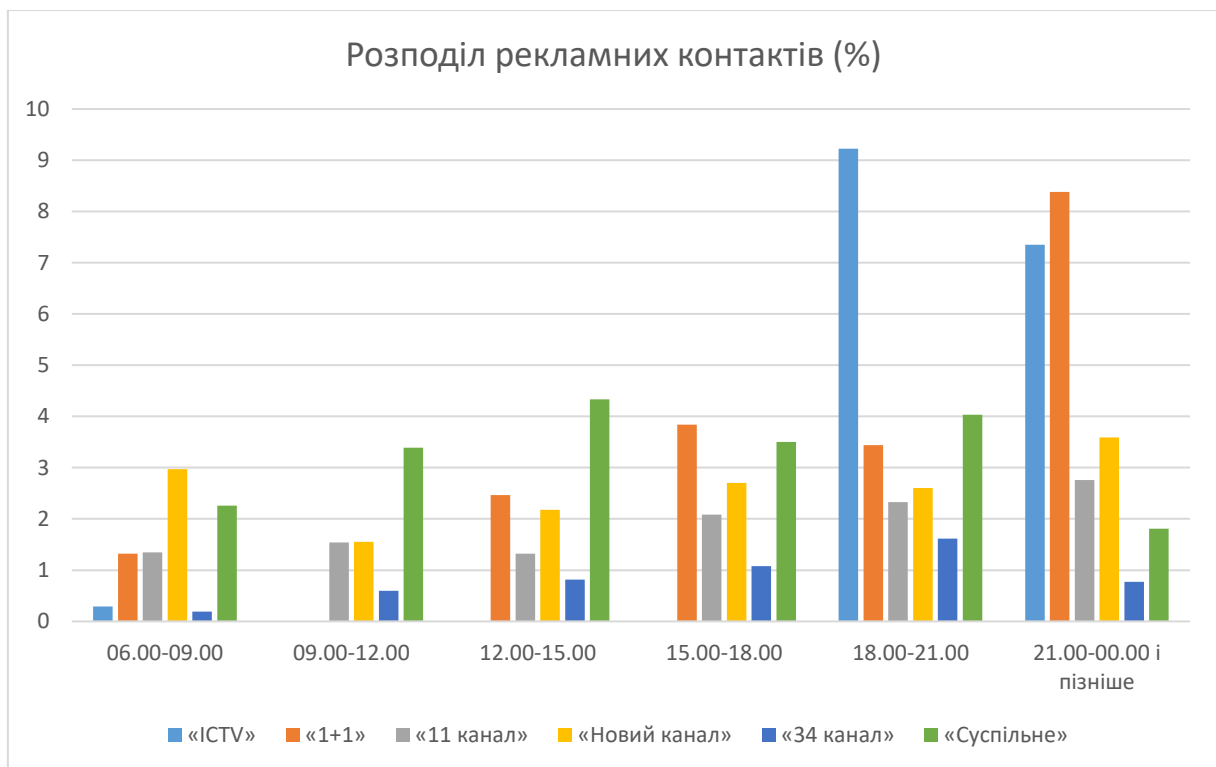


Рисунок 1.4 – Розподіл ймовірності рекламного контакту на телебаченні за добу.

6. Ефективність зовнішньої реклами у вибраних місцях її розташування, відгук потенційних споживачів рекламованого товару,

вартість виготовлення рекламних макетів і оренда рекламних щитів у вибраних місцях розташування (таблиця 1.10).

Таблиця 1.10

Показники зовнішньої реклами

Вибране місце розташування	Машини (шт/год)	Ефективність	Відгук (%)	Вартість оренди щита (грн./міс.)
Наб. Заводська	1700	0,7	0,7	30000
Наб. Перемоги	2750	0,65	0,65	50000
Пр. Слобожанський	2800	0,4	0,8	37000
Пр. Поля	1650	0,5	0,45	38500

Надалі в кваліфікаційній роботі я планую розглянути роботу алгоритму пошуку із заборонами і генетичний алгоритм на прикладі задачі розподілу рекламного бюджету кондитерської корпорації «Roshen».

1.5 Постановка задачі дослідження

Керівництво ТМ «Roshen» вирішило провести рекламну компанію в м. Дніпро на протязі одного місяця (30 днів). Для цього були обрані наступні рекламні носії:

- радіо («Наше», «Мелодія», «Інформатор», «Європа+»);
- телебачення («ICTV», «1+1», «11 канал», «Новий канал», «34 канал», «Суспільне»);
- зовнішня рекламна кампанія.

При цьому реклама на телеканалах і на радіо виходить в певні часові інтервали. Була проведена робота по оцінці ефективності часових інтервалів, ціни, відгуку потенційних покупців.

Керівництво ТМ «Roshen» вирішило, що для проведення даної рекламної компанії будуть виділені кошти розміром 100 млн. грн.

Потрібно провести роботу по розрахунку поставленої задачі двома методами: методом оптимізації, заснованому на пошуку з заборонами і генетичним алгоритмом багатовимірної оптимізації. При розрахунку

цільової функції буде видно на яку кількість людей зможе вплинути дана рекламна компанія, тобто скільки людей зверне увагу на реклами і обов'язково придбає рекламований товар.

1.6 Метод пошуку із заборонами

Пошук із заборонами (Tabu search) – один з методів математичного програмування, який може бути залучений до вирішення завдань комбінаторної оптимізації. Основоположником алгоритму пошуку із заборонами є Ф. Гловер, який запропонував принципово нову схему локального пошуку. Алгоритм не зупиняється в точці локального оптимуму, а проходить шлях від одного локального оптимуму x до іншого x' для того, щоб знайти серед них глобальний оптимум.

Пошук із заборонами може змінювати структуру сусідньої околиці $N^*(x)$. Потім пошук відбувається в напрямі від x до x' по околиці $N^*(x)$ при цьому, пошук із заборонами використовує історію пошуку як для того, щоб вийти з локального оптимуму, так і для дослідження простору пошуку.

Простий алгоритм пошуку із заборонами використовує звичайний локальний пошук, а також використовує *короткострокову пам'ять*, щоб уникнути зациклення і для виходу з локального оптимуму. Короткострокова пам'ять використовується як список заборон або табу, який містить останні отримані рішення і перешкоджає пошуку, для того, щоб знову туди не попадати.

Список заборон *Tabu* (x_k) будується по передісторії пошуку, тобто по декільком попереднім рішенням x_k, x_{k-1}, x_{k-1+1} , і забороняє частину околиці поточного рішення $N(x_k)$. Точніше на кожному кроці алгоритму чергове рішення x_{k+1} є оптимальним рішенням задачі. Таким чином, околиця поточного рішення обмежується рішеннями, що не належать списку заборон. Рішення, що не належать списку заборон, інколи називають дозволеним списком або дозволеним набором рішень. На кожному кроці з

дозволеного списку вибирається рішення, виконується пошук і це рішення заноситься в заборонений список, а одне з рішень, що вже знаходяться в забороненому списку, виключається з цього списку. Список заборон вибирається такої довжини L яка, як правило, менше всього простору пошуку. За наявності малої тривалості заборони, алгоритм зосередиться в невеликій околиці простору пошуку. І навпаки, якщо заборона буде довшою, то це приведе до дослідження більшого простору пошуку, оскільки буде заборонено повернення в більшу кількість рішень. Існує багато варіантів реалізації основної ідеї пошуку із заборонами. Пошук із заборонами може працювати набагато ефективніше, якщо в його роботу включити роботу довгострокової пам'яті.

Робота довгострокової пам'яті - ефективний спосіб підвищення продуктивності будь-якого евристичного пошуку. Довгострокова пам'ять заснована на короткостроковій пам'яті. Але якщо бути точніше, то робота довгострокової пам'яті починається тоді, коли відбувається зациклення в період роботи короткострокової пам'яті. Суть роботи даної пам'яті полягає в тому, що вводиться штрафна функція. Тобто при багатократному повторенні одного і того ж рішення, значення цільової функції стане менше. Отже, пам'ять шукає нове рішення. Складається список локального оптимуму для того, щоб проглянувши всі отримані рішення, не пропустити оптимальне.

Робота довгострокової пам'яті може видозмінюватись завдяки стратегіям, які паралельно можна включити до роботи довгострокової пам'яті. Бувають наступні види стратегій:

- стратегія інтенсифікації;
- стратегія диверсифікації;
- стратегічне коливання.

Для того, щоб зрозуміти суть кожної зі стратегій, ознайомимося з ними докладніше.

Стратегія інтенсифікації заснована на зміні правил відбору з метою запам'ятати комбінації переміщень і особливості рішень, які були знайдені раніше і занесені в список локального оптимуму. Вони можуть також здійснювати повернення до «добрих» околиць, для ретельного пошуку в них.

У стратегії інтенсифікації точка перезапуску вибирається випадковим чином зі списку локального оптимуму.

Стратегія інтенсифікації з програмної точки зору простіше і працює значно швидше. В зв'язку з цим отриманні результати можуть бути не досить точними.

В алгоритмі пошуку із заборонами *стратегія диверсифікації* реалізується за допомогою функцій короткострокової пам'яті, а покращується роботою довгострокової пам'яті. Стратегія диверсифікації направлена на управління пошуку в нових околицях. Часто вона заснована на зміні правил відбору рішень, які складають список локального оптимуму.

Використання стратегії диверсифікації буде раціональним в тому випадку, коли найкращі рішення можуть бути досягнутими при пересіченні «бар'єру» в топології простору рішення.

У стратегії диверсифікації із списку локального оптимуму вибирається той вектор, який знаходиться на найбільшій Хеммінговій відстані.

Зміна правил відбору використовується для вивчення місцевої околиці. Тут можуть використовуватися як часткові, так і повні перестановки. Повні перестановки роблять обмін двома або більшою кількістю рішень з сусідніх околиць, а часткові перестановки керують тільки єдиним переміщенням одного рішення на даний момент. У загальному вигляді це можна записати так, як це показано в формулі (1.15):

$$MoveValue' = MoveValue + d \times Штраф, \quad (1.15)$$

де d – регульований параметр стратегії диверсифікації; *Штраф* – значення штрафу, що накладається на значення при повторному попаданні до нього; *MoveValue* – переміщене значення.

Стратегічне коливання забезпечує ефективну взаємодію між стратегією інтенсифікації і стратегією диверсифікації. Суть полягає в тому, що завдяки даному коливанню переміщення в ході рішення орієнтуються на критичне значення, тобто таке значення, в якому робота методу зупинялася б. Замість того, щоб зупинитися в даному значенні, правила для переміщення змінюються і тоді змінюється все навколо. Метод переходить до нової зміни правил в той момент, коли досягається і перетинається межа коливання. При всьому цьому попередні маршрути не можуть бути відновленими, про що свідчить робота короткострокової пам'яті.

Простим прикладом цього підходу є задача ранця, в якому значення набирають вигляду або 0, або 1 і при цьому можуть мінятися навпаки. Роботу стратегічного коливання можна побачити на приведених нижче рисунках.

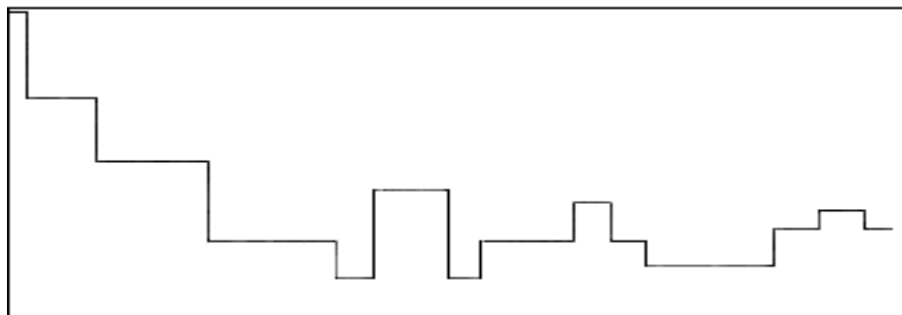


Рисунок 1.5 - Робота стратегічного коливання зі стратегією інтенсифікації.

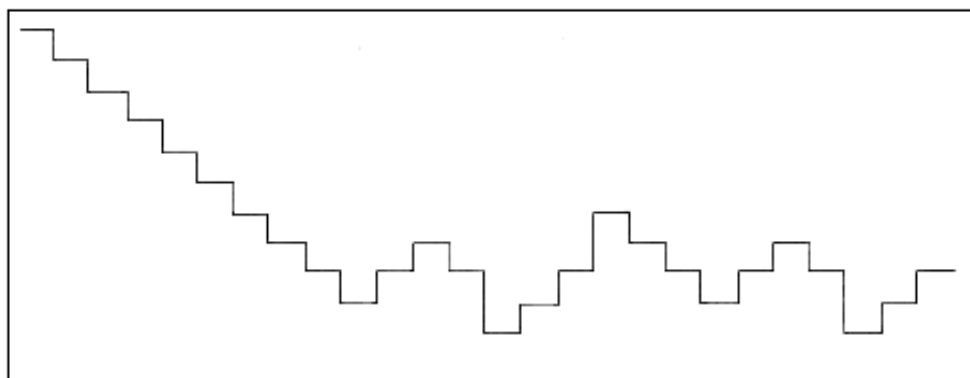


Рисунок 1.6 - Робота стратегічного коливання зі стратегією диверсифікації.

1.7 Генетичний алгоритм багатовимірної оптимізації

Генетичний алгоритм - адаптивний метод пошуку, який останнім часом часто використовуються для вирішення задач функціональної оптимізації. Він заснований на генетичних процесах біологічних організмів: біологічні популяції розвиваються протягом кількох поколінь, підкоряючись законам природного відбору та за принципом «виживає найбільш пристосований», відкриті Чарльзом Дарвіном. Наслідуючи цього процесу, генетичні алгоритми здатні «розвивати» вирішення реальних задач, якщо ті відповідним чином закодовані.

Основні принципи генетичного алгоритму були сформульовані Холландом в 1975 році і добре описані в багатьох роботах. На відміну від еволюцій, які відбуваються в природі, генетичний алгоритм тільки моделює ті процеси в популяціях, які є істотними для розвитку. Генетичні алгоритми використовують пряму аналогію з механізмом, повністю імітуючим процеси, що відбуваються в живій природі. Алгоритм працює з сукупністю «особин» - популяцією, кожна з яких представляє можливе вирішення даної проблеми.

Кожна особина оцінюється мірою її «пристосованості» згідно з тим, наскільки «добре» відповідне їй рішення задачі. Найбільш пристосовані особи отримують можливість «відтворювати» нащадків за допомогою «перехресного схрещування» з іншими особами популяції. Це призводить до появи нових нащадків, які поєднують в собі деякі характеристики, успадковане ними від батьків. Найменш пристосовані особи з меншою ймовірністю зможуть відтворити нащадків, так що ті властивості, якими вони володіли, будуть поступово зникати з популяції в процесі еволюції. Так і відтворюється вся нова популяція допустимих рішень, вибираючи кращих представників попереднього покоління, схрещуючи їх і отримуючи безліч нових особин. Це нове покоління містить більш високе

співвідношення характеристик, якими володіють кращі особи попереднього покоління. Таким чином, з покоління в покоління, кращі характеристики поширюються по всій популяції. Схрещування найбільш пристосованих особин призводить до того, що досліджуються найбільш перспективні ділянки простору пошуку. В кінцевому підсумку, популяція буде сходиться до оптимального вирішення задачі.

На відміну від інших оптимізаційних методів генетичні алгоритми більш пристосовані для знаходження нових рішень за рахунок об'єднання квазіоптимальних рішень з різних популяцій і володіють можливостями для виходу з локальних оптимумів. Однак знання структури генетичного алгоритму не достатньо для вирішення практичних задач. Необхідно при цьому мати навички визначення значень його параметрів для ефективної роботи.

Введемо основні поняття, що застосовуються в генетичних алгоритмах. *Вектор* - впорядкований набір чисел, які називають компонентами вектора.

Булевий вектор - вектор, компоненти якого приймають значення з двох елементної множини, наприклад, (0, 1) або (-1, 1).

Хеммінгова відстань – кількість позицій, що відрізняються, в бінарних векторах.

Хеммінговий простір - простір булевих векторів, з введеною на ньому відстанню Хеммінга.

Хромосома - вектор (або рядок) з будь-яких чисел. Якщо цей вектор представлений бінарним рядком з нулів та одиниць, наприклад, 1010011, то він отриманий або з використанням двійкового кодування, або коду Грея. Кожна позиція (біт) хромосоми називається *геном*.

Індивідуум (генетичний код, особа) - набір хромосом (варіант рішення задачі). Зазвичай особа складається з однієї хромосоми, тому надалі особина і хромосома ідентичні поняття.

Відстань - хеммінгова відстань між бінарним хромосоми.

Кросинговер (кросовер) - операція, при якій дві хромосоми обмінюються своїми частинами. Наприклад, 1100 & 1010 → 1110 & 1000.

Мутація - випадкове зміна однієї або декількох позицій в хромосомі. Наприклад, 1010011 → 1010001.

Інверсія - зміна порядку слідування бітів в хромосомі або в її фрагменті. Наприклад, 1100 - → 0011.

Популяція - сукупність індивідумів.

Придатність (приспосованість) - критерій або функція, екстремум якої слід знайти.

Локус - позиція гена в хромосомі.

Алелей - сукупність послідовностей йдучих генів.

Кросинговер має декілька видів. Розглянемо детальніше.

Одноточковий кросинговер (Single-point crossover) моделюється наступним чином. Нехай є дві батьківські особи з хромосомами $X = \{x_i, i \in [0; L]\}$ і $Y = \{y_i, i \in [0; L]\}$. Випадковим чином визначається точка всередині хромосоми (точка розриву), в якій обидві хромосоми поділяються на дві частини і обмінюються ними. Такий тип кросинговера називається одноточковий, так як при ньому батьківські хромосоми поділяються тільки в одній випадковій точці.

Батьки

Діти

$$x_1x_2x_3 \dots x_{n-1}x_n \dots x_m \rightarrow x_1x_2x_3 \dots x_{n-1}y_n \dots y_m$$

$$y_1y_2y_3 \dots y_{n-1}y_n \dots y_m \rightarrow y_1y_2y_3 \dots y_{n-1}x_n \dots x_m$$

У двоточковому кросинговері (і багатоточковому кросинговері) хромосоми розглядаються як цикли, які формуються з'єднанням кінців лінійної хромосоми разом. Для заміни одного сегмента циклу сегментом другого циклу потрібно вибір двох точок розрізу. В цьому уявленні, одноточковий кросинговер може бути розглянутий як кросинговер з двома точками, але з однією точкою розрізу, зафіксованою на початку рядка. Отже, двоточковий кросинговер вирішує ту ж саму задачу, що і одноточковий, але більш повно. Хромосома, розглянута як цикл, може

містити більшу кількість стандартних блоків, так як вони можуть вчинити «циклічне повернення» в кінці рядка. На даний момент багато дослідників погоджуються, що двоточковий кросинговер взагалі краще, ніж одноточковий.

Для багатоточкової кросинговера (Multi-point crossover), вибираємо m точок розрізу $k_i \in \{1, 2, \dots, N_{var}\}$ - кількість змінних (генів) у особи. Точки розрізу вибираються випадково без повторень і сортуються в порядку зростання. При кросинговері відбувається обмін ділянками хромосом, обмеженими точками розрізу і таким чином отримують двох нащадків. Ділянка особи з першим геном до першої точки розрізу в обміні не бере участі.

Одноточковий та багатоточковий кросинговер визначають точки розрізу, які поділяють особи на частини.

Однорідний кросинговер (Uniform crossover) створює маску (схему) особи, в кожному локусі якої знаходиться потенційна точка кросинговера. Маска кросинговера має ту ж довжину, що і схрещені особи. Створити маску можна таким чином: вводиться певна величина $0 < p_0 < 1$ і, якщо випадкове число більше p_0 , то на n -у позицію маски ставиться 0, інакше - 1. Таким чином, гени маски являють собою випадкові двійкові числа (0 або 1). Згідно з цим значенням, геном нащадка стає перша (якщо ген маски = 0) або друга (якщо ген маски = 1) особина-батько.

Триадний кросинговер (Triadic crossover). Даний різновид кросинговера відрізняється від однорідного тим, що після відбору пари батьків з інших членів популяції випадковим чином вибирається особина, яка в подальшому використовується в якості маски. Далі 10% генів маски мутують. Потім гени першого батька порівнюються з генами маски: якщо гени однакові, то вони передаються першому нащадку, в іншому випадку на відповідні позиції хромосоми нащадка переходять гени другого з батьків. Генотип другого нащадка відрізняється від генотипу першого тим, що на

тих позиціях, де в першого нащадка стоять гени першого батька, у другого нащадка стоять гени другого батька та навпаки.

Перетасовочний кросинговер (Shuffler crossover). У цьому алгоритмі особи, відібрані для кросинговера, випадковим чином обмінюються генами. Потім вибирають точку для одноточкового кросинговера і проводять обмін частинами хромосом. Після схрещування створені нащадки знову тасуються. Таким чином, при кожному кросинговері створюються не лише нові нащадки, але й модифікуються батьки (старі батьки видаляються), що дозволяє скоротити число операцій в порівнянні з однорідним кросинговером.

Кросинговер зі зменшенням заміни (Crossover with reduced surrogate). Оператор зменшення заміни обмежує кросинговер, щоб завжди, коли це можливо, створювати нові особи. Це здійснюється за рахунок обмеження на вибір точки розрізу: точки розрізу повинні з'являтися тільки там, де гени розрізняються. Як було показано вище, кросинговер генерує нове рішення (в вигляді особи-нащадка) на основі двох наявних, комбінуючи їх частини. Тому число різних рішень, які можуть бути отримані кросинговером при використанні однієї і тієї ж пари готових рішень, обмежена. Відповідно, простір, що генетичний алгоритм може покрити, використовуючи лише кросинговер, жорстко залежить від генофонду популяції.

При виявленні локального оптимуму відповідний йому генотип буде прагнути зайняти всі позиції в популяції, і алгоритм може зійтися до помилкового оптимуму. Тому в генетичному алгоритмі важливу роль відіграють мутації. Існує декілька способів мутації генів. Запитання про вибір потрібного оператора мутації вирішується в рамках поставленої задачі.

Під впливом зовнішнього середовища в хромосомі індивіда може відбутися розрив. У більшості випадків фрагменти знову возз'єднуються за місцем розриву. Якщо такого відновлення не відбувається, фрагменти залишаються або відкритими, або можуть возз'єднатися іншим способом,

що призводить до хромосомної перебудови. Це призводить до зміни спадкової інформації. Зміна спадкової інформації протягом життя одного індивіда називається мутацією, а сам індивід - мутантом.

Мутація - це генетична зміна, що призводить до якісно нового проявлення основних властивостей генетичного матеріалу: дискретності, безперервності або лінійності. Гени мутації на молекулярному рівні - результат різних ушкоджень в молекулі ДНК. У межах одного гена за одне покоління зазвичай зустрічаються одиничні ушкодження, зрідка - великі. Результатом цього можуть бути загибель клітини, зміни характеру індивідуального розвитку, зміна ознак.

Термін «мутація» охоплює всі стрибкоподібні зміни спадщини. З точки зору теорії генетичного пошуку, оператор мутації є одним з основних операторів генетичного алгоритму. І якщо в природному середовищі мутація запобігає втраті важливого генетичного матеріалу, то в генетичних алгоритмах оператор мутації застосовується для подолання бар'єрів локальних оптимумів і перешкоджає передчасній збіжності. Це досягається за рахунок того, що змінюється випадково вибраний ген в хромосомі. Приклад: $x_1x_2 \dots x_{n-1}x_nx_{n+1} \dots x_m \rightarrow x_1x_2 \dots x_{n-1}\bar{x}_nx_{n+1} \dots x_m$, де мутація відбувається в точці x_n .

Результатом застосування оператора мутації може бути отримання як хороших, так і поганих нащадків. Зазвичай вибирають одну мутацію на 1000 біт. Існує кілька схем операторів мутації, кожна з яких має природний аналог.

Мутації можуть бути виконані простими процедурами, наприклад інверсією. Але під час роботи алгоритму бувають моменти коли потрібна незначна мутація, або навпроти потрібен великий ривок у якомусь напрямку. До того ж кожна мутація може по різному впливати на роботу алгоритму при роботі з конкретною функцією. У зв'язку з цим використовують багато різновидів мутацій, які можуть мати досить складний характер і поведінку.

Взагалі мутацією вважається будь-яка функція над хромосомою після якої хромосома зазнає змін, зазвичай невеликих.

В залежності від характеру змін, які виникають у генетичному матеріалі, виділяють наступні типи мутації:

- проста мутація;
- точкова мутація;
- мутація обміну;
- мутація на основі чисел Фібоначі;
- інверсія.

Проста мутація. Використовується для бінарних, гомологічних числових і векторних хромосом. Суть її полягає у внутрішньо генній мутації. При цьому в хромосомі випадковим чином вибирається ген, а потім здійснюється його випадкова зміна. Наведемо приклад простої мутації бінарної хромосоми.

0	0	0	0	0
---	---	---	---	---

Батько

0	0	1	0	0
---	---	---	---	---

Нащадок,

де

X

 - ген, вибраний для мутації.

Точкова мутація. Відрізняється тим, що в хромосомі мутує не один, а кілька генів з заданою ймовірністю. Такий оператор використовується для бінарних, гомологічних числових і векторних хромосом.

Мутація обміну. Ця мутація використовується для бінарних і числових не гомологічних хромосом, при цьому в хромосомі випадковим чином вибираються два гена, які обмінюються місцями.

Приклад мутації обміну для бінарної хромосоми:

0	1	0	1	0
---	---	---	---	---

Батько

0	0	0	1	1
---	---	---	---	---

Нащадок.

Також можливо виділити одноточкову мутацію обміну, де, на відміну від двоточкової, обмінюються місцями тільки сусідні гени, і точка мутації вибирається між двома генами, наприклад:

0	1	0	1	0
---	---	---	---	---

Батько

0	0	1	1	0
---	---	---	---	---

Нащадок.

Мутація на основі чисел Фібоначі. Визначає позиції для точки мутації. Покажемо порядок вибору точки мутації за допомогою чисел Фібоначі на прикладі. Нехай у нас є векторна хромосома. Для виконання операції мутації випадковим чином вибираємо ген № 3:

{1,2,3,4,5}	{6,7,8,9,10,11}	{12,13,14,15,16,17,18,19,20}	{21,22,23,24}
-------------	-----------------	------------------------------	---------------

А потім до обраного гену застосовуємо мутацію, причому розряди для мутації вибираються у відповідності з числами Фібоначі, тобто № 1, 2, 3, 5, 8, а обмін числових значень між мутуючими розрядами відбувається по колу зі зрушенням вправо. Після виконання операції простої мутації отримуємо хромосому наступного виду:

{1,2,3,4,5}	{6,7,8,9,10,11}	{19,12,13,15,14,17,18,16,20}	{21,22,23,24}
-------------	-----------------	------------------------------	---------------

Мутаційний процес здійснює невизначену мінливість. Ця ненаправленність мутаційний процесу виключає можливість його направляючого впливу на хід еволюційних змін.

Інверсія. Порядок дій для цього оператора мутації наступний:

- 1) в хромосомі випадково визначаються дві точки зрізу;
- 2) ділянка хромосоми, обмежена точками зрізу, повертається на 180° (інвертується).

В спадковій мінливості основ генетики та селекції найбільш поширеним видом мутацій і найважливішим джерелом спадкової мінливості організмів є випадкова зміна тільки одного з генів хромосоми.

В генетичному алгоритмі мутація може проводитись не тільки з однієї випадкової точки. Можна вибирати певну кількість точок у

хромосомі для інверсії, причому їх кількість також може бути випадковою. Також можна інвертувати одразу деяку групу посліпль ідучих точок.

Ймовірність мутації. В класичній уяві основна задача мутації - забезпечити можливість переходу до тих рішень, до яких неможливо перейти за допомогою кросинговерів з початкового стану популяції. Саме тому ймовірність виникнення мутації - це предмет особливого дослідження. З одного боку, мутація не повинна вносити хаос у популяцію, руйнуючи "хороші" рішення (така ситуація буде спостерігатися при великій ймовірності виникнення мутації). З іншого боку, мутація повинна забезпечити широкі можливості перебору рішень. Недарма в природі мутація грає ключову роль, а без неї еволюція була б неможливою.

У класичному генетичному алгоритмі оператор мутації з деякою малою ймовірністю змінює значення генів, отримані в результаті застосування кросинговера, на протилежні.

Ймовірність мутації p_m (як правило, $p_m \ll 1$) може бути або фіксованим випадковим числом на відрізку $[0; 1]$, або функцією від будь-якої характеристики розв'язуваної задачі. Наприклад, можна задати ймовірність мутації генів, зворотно-пропорційну числу всіх генів в особині (розмірності). Оптимальне значення ймовірності мутації обговорюється в різних статтях. Так, наприклад, мутація з фіксованою ймовірністю призводить до гарних результатів для широкого класу тестових функцій (наприклад, для унімодальних функцій). Для мультимодальних функцій застосовують самоадаптуючу оцінку ймовірності.

Селекція полягає в тому, що батьками можуть стати тільки ті особи, значення пристосованості яких не менше порогової величини, наприклад, середнього значення пристосованості по популяції. Такий підхід забезпечує більш швидку збіжність алгоритму. Однак з-за швидкої збіжності селективний вибір батьківської пари не підходить тоді, коли ставиться задача визначення кількох екстремумів, оскільки для таких завдань алгоритм, як правило, швидко сходиться до одного з рішень. Крім того, для

деяких багатовимірних задач зі складним ландшафтом цільової функції швидка збіжність може перетворитися на передчасну збіжність до квазіоптимального рішення. Цей недолік може бути частково компенсований використанням відповідного механізму відбору, який би «гальмував» занадто швидку збіжність алгоритму.

Порогова величина в селекції може бути обчислена різними способами. Тому в літературі по генетичним алгоритмам виділяють різні види селекції.

Одним з найважливіших еволюційних факторів є природний відбір. *Природний відбір* - процес, спрямований на підвищення (або зниження) ймовірності залишення потомства однією формою організмів у порівнянні з іншими. Відбір, перш за все, діє в межах кожної популяції, залишаючи (або відкидаючи) ті чи інші, що входять до її складу генотипи.

Існують різні системи добору хромосом в нову популяцію:

- пропорційний відбір (на основі рулетки) - найбільш простий і часто що використовується у генетичному алгоритмі. У цьому випадку кожне рішення має сектор на колесі рулетки, пропорційний величині цільової функції;

- елітний відбір - в нову популяцію відбираються тільки найкращі рішення з поточної популяції. Ця методика, покращуючи середню пристосованість всієї популяції, зменшує її генетичне різноманіття, що призводить до передчасної збіжності, не даючи, найчастіше, можливості досягти глобального оптимуму;

- рівномірний відбір - є повною протилежністю елітного відбору. При цій методиці ймовірність виживання індивіда не залежить від її пристосування, що часто призводить до видалення «хороших» і збереженню «поганих» хромосом і, відповідно, до зайвих витрат часу.

1.8 Висновки до розділу

Керівництво ТМ «Roshen» вирішило провести рекламну компанію в м. Дніпро на протязі одного місяця (30 днів). Для цього були обрані наступні рекламні носії:

- радіо («Наше», «Мелодія», «Інформатор», «Європа+»);
- телебачення («ICTV», «1+1», «11 канал», «Новий канал», «34 канал», «Суспільне»);
- зовнішня рекламна кампанія.

При цьому реклама на телеканалах і на радіо виходить в певні часові інтервали. Була проведена робота по оцінці ефективності часових інтервалів, ціни, відгуку потенційних покупців.

Керівництво ТМ «Roshen» вирішило, що для проведення даної рекламної компанії будуть виділені кошти розміром 100 млн. грн.

Потрібно провести роботу по розрахунку поставленої задачі двома методами: методом оптимізації, заснованому на пошуку з заборонами і генетичним алгоритмом багатовимірної оптимізації. При розрахунку цільової функції буде видно на яку кількість людей зможе вплинути дана рекламна компанія, тобто скільки людей зверне увагу на реклами і обов'язково придбає рекламований товар.

Tabu Search – одна з схем локального пошуку. У свою чергу вона дозволяє алгоритму не зупинятися в точці локального оптимуму, а подорожувати від одного локального оптимуму до іншого в надії знайти серед них глобальний оптимум. Основним механізмом, що дозволяє алгоритму вибиратися з локального оптимуму, є список заборон. Він будується по передісторії пошуку, тобто по декількох попередніх рішеннях і забороняє частину околиці поточного рішення. Точніше на кожному кроці алгоритму чергова крапка є оптимальним вирішенням підзадачі. Список заборон зважає на специфіку завдання і, як правило, забороняє використання тих "фрагментів" рішення (ребер графа, координат вектора), які мінялися на останніх 1 кроках алгоритму. Існує багато

варіантів реалізації основної ідеї пошуку із заборонами. Один з них – довга пам'ять. Довга пам'ять повністю заснована на короткостроковій пам'яті. Робота останньої покращується за рахунок включення довгої пам'яті і її стратегій.

Існує декілька видів стратегій пам'яті, але найбільш поширені це – стратегія інтенсифікації і стратегія диверсифікації. Стратегія диверсифікації розглядалася спільно з короткою пам'яттю. У стратегії інтенсифікації точка перезапуску вибирається значно простіше (випадковим чином), ніж в стратегії диверсифікації (по певній умові вибору). Стратегія інтенсифікації з програмної точки зору простіше і працює значно швидше, але можливо, результати, отримані з її допомогою менш точні.

Генетичний алгоритм дозволяє по-новому подивитись на проблему пошуку екстремуму. Головною його особливістю є еволюційний підхід при знаходженні екстремумів, завдяки чому знайдені результати постійно покращуються у боротьбі за виживання.

На відміну від інших оптимізаційних методів генетичні алгоритми більш пристосовані для знаходження нових рішень за рахунок об'єднання квазіоптимальних рішень з різних популяцій і володіють можливостями для виходу з локальних оптимумів. Однак знання структури генетичного алгоритму не достатньо для вирішення практичних задач. Необхідно при цьому мати навички визначення значень його параметрів для ефективної роботи.

В подальшому необхідно реалізувати методи еволюційного пошуку рішення для поставленої задачі; розв'язати задачу оптимізації розподілу коштів для проведення рекламної кампанії згаданими методами при різних налаштуваннях та зробити висновки про застосовність методів.

ВИСНОВКИ

В наш час еволюційні розрахунки представляють одну з інтенсивно розвиваючих областей науки, дослідження в якій ведуть до постійного росту ефективності їх користування, а також появи все нових підходів до побудови нових алгоритмів.

В даній роботі розглядається робота двох методів: методу пошуку із заборонами, а також генетичного алгоритму. Їх робота представлена за допомогою розв'язку задачі формування рекламного бюджету компанії, а також найбільшого обсягу цільової аудиторії. Проводився аналіз настроювань кожного із методів для знаходження кращого рішення.

Відмітимо наступне. Результати, отримані завдяки роботі алгоритму пошуку із заборонами та генетичного алгоритму, задовільні для поставленої задачі. Результати, які були отримані за допомогою генетичного алгоритму, мають кращий характер, ніж результати отримані завдяки роботі Tabu Search. Остаточні рішення виводилися лише після прорахунку різноманітних показників, критеріїв, а також обмежень.

Рішення виводились у вигляді векторів, які мають у своєму складі 64 елементи. Кожний елемент вектору відповідає кількості рекламних повідомлень у певний час певного рекламного носія. Для зручності доба була розподілена на 6 часових інтервалів, кожний з яких має свою ефективність.

Також можливо зробити висновок, що розподіл рекламних коштів повністю відповідає поставленим умовам і обмеженням. Середній розмір проведення рекламної компанії протягом одного місяця на чотирьох радіокомпаніях, шести телеканалах, а також за участі зовнішньої реклами у м. Дніпрі складає $8\,730\,986 \pm 635\,867$ грн. Ефективність відгуку цільової аудиторії (кількість глядачів (слухачів)) при роботі генетичного алгоритму становить $461\,761 \pm 26\,194$ осіб, а при роботі алгоритму пошуку із заборонами становить $374\,150 \pm 4\,579$ осіб.

При залученні до роботи методів більшої кількості різноманітних критеріїв можна отримати більш точніші результати, які будуть повністю задовольняти поставлені цілі та обмеження.

Практична цінність отриманих у роботі результатів полягає в тому, що на основі даної роботи можна прийняти правильне рішення при виборі параметрів для розподілу рекламних повідомлень і рекламних носіїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zgurovskiy M.Z., Zaychenko Yu.P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. – Springer, 2017. – 395 p.
2. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації. – К.: «Київський університет», 2016. – 142 с.
3. Olariu Stephan, Zomaya Albert Y. Handbook of Bioinspired Algorithms and Applications (Chapman Hall/Crc Computer Information Science). Chapman Hall/CRC. ISBN 1-58488-475-4.
4. E. Wirsansky, Hands-On Genetic Algorithms with Python // Packt Publishing, 2020 - 309 с.
5. C. Sheppard, Genetic Algorithms with Python // Goodreads.com, 2019 - 297 с.
6. Dorronsoro Bernabé. Evolutionary Algorithms for Mobile Ad Hoc Networks. Hoboken: Wiley; 2014. doi:10.1002/9781118833209 .
7. Vladyko, O., Maltsev, D., Gliwiński, Ł., Dychkovskiy, R., Stecula, K., & Dyczko, A. (2025). Enhancing Mining Enterprise Energy Resource Extraction Efficiency Through Technology Synthesis and Performance Indicator Development. *Energies*, 18(7), 1641. <https://doi.org/10.3390/en18071641>
8. Кваліфікаційна робота магістра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Т.В. Хом'як, А.В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 33 с.
9. Желдак, Т., Владико, О. (2024). Використання машинного навчання для кластеризації з використанням індексу небезпеки хвостосховищ та їх впливу на навколишнє середовище. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 4, 81–91, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2024-4-11>

10. Дранишников Л.В. Інтелектуальні методи в управлінні: навчальний посібник / Л. В. Дранишников .– Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 416 с.

11. Методи та технології обчислювального інтелекту: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / І. В. Федорін; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,7 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 314 с.

12. Ентоні Фарбей: Ефективна рекламна кампанія. Керівництво зі стратегії, планування та виявлення потенційного споживача. - К.: "Баланс-Клуб", 2013.- 240 с.

13. Іванечко Неля. Управління рекламною діяльністю: навч. посібник. Тернопіль: Західноукраїнський національний університет, 2022. - 88 с.

14. Ромат Є. В. Реклама. Скорочений курс. 2-е вид.- К., 2025. – 208 с.

15. Мельник Ю., Божкова В. Реклама та стимулювання збуту. Київ: Центр навчальної літератури, 2019. 208 с.

16. Лейн Р., Рассел Дж. Т. Рекламні процедури Клеппнера. 15-е видання.- К.: "Бізнес-прес", 2006. – 928 с.

17. Дмитренко В. Основи рекламної діяльності : навчально-методичний посібник. Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2021. 52 с

18. Коряшкіна, Л., Малієнко, А., Станіна, О., Шевченко, Ю., Кодола, Я. (2025). Системний аналіз та оптимальний вибір комплексу заходів для підвищення безпеки на підприємстві. Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security, 72–80, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-2-7>

Додаток А

№ з/п	Позначення				Найменування	Кількість аркушів	Примітки			
1										
2					Документація					
3										
4	САУ.КР.25.20.ДА.ПЗ.				Пояснювальна записка	№1	Формат А4			
5										
6	САУ.КР.25.20.ДА.ПЗ.				Демонстраційний матеріал	№2	Презентація на CD-R			
7										
8	САУ.КР.25.20.ДА.ПЗ.				Копія роботи	1	Диск CD-R			
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
					САУ.КР.25.20.ДА.ПЗ					
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Цвік В.Ю.			Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Аркуш	Аркушів		
К. розд.		Владико О.Б								
Керівн.		Владико О.Б.				НТУ «ДП», 12; 124м-24-1				
Н.контр.		Хом'як Т.В.								
Зав. каф.		Желдак Т.А.								

Додаток Б

Лістинг реалізації алгоритму пошуку із заборонами

```

clear
clc
format compact;
M=1000;
R=500;
WWW=1100000;
n=64;
T=50;
tenure=7;
LTenure=4;
Iter=1000;
RazmerSp=10;
Index=0;
Zrn=600;
Ztv=27500;

CMel=[225 637 962 1050 525 180];
CShar=[190 885 735 810 885 145];
CLyks=[210 680 849 970 565 135];
CEur=[208 761 849 930 705 163];

CInter=[1250 0 0 3400 3400 3400];
COnePlasOne=[1750 1250 0 3750 3750 3750];
C11Ch=[1250 350 350 1500 3000 2125];
CNovCh=[500 500 500 500 1000 1000];
C34Ch=[225 180 200 150 540 450];
C9Ch=[250 200 200 500 500 200];

CNar=[3000 3000 3100 2850];

Stoimost=[CMel CShar CLyks CEur CInter COnePlasOne C11Ch C9Ch C34Ch CNovCh CNar];
C=Stoimost;
[Vector,W]=RAS4ET;

GraphLongNoShtraf=[];
GraphLong=[];
GraphBag=[];
List=zeros(n,RazmerSp);
Tochki=zeros(1,3);

j=1;
for i=1:n
    Short(i)=0;
    Long(i)=0;
end;

LocalV=Vector;
bag=0;
max=func(WWW,W,C,LocalV,n,M);
LocalMax=max;
GlobalMax=LocalMax;
GlobalBag=bag;

pp=0;
Tochki(3)=LocalMax;

for k=1:Iter

    max=LocalMax-R*10;

    for i=1:n
        if Short(i)==0
            if mod(k,T)==0

```

```

        %[V,cc]=intensifikacija(List);
        [V,das]=diversification(List);
        %if LocalMax<0
        elseif LocalMax<0
            V=revers(LocalV,i);
        else
            V=invert(LocalV,i);
        end;
        if func(WWW,W,C,V,n,M)-LTenure*Long(i)>max
            [max, bag]=func(WWW,W,C,V,n,M);
            NoShtraf=max;
            max=max-LTenure*Long(i);
            Vmax=V;
            index=i;
        end;
    else
        Short(i)=Short(i)-1;
    end;
end;
%end;

if LocalMax<max
    LocalMax=max;
    LocalNoShtraf=NoShtraf;
    LocalV=Vmax;
    LocalBag=bag;
    LocalIndex=index;
    Long(LocalIndex)=Long(LocalIndex)+1;
    if GlobalMax<LocalMax
        GlobalMax=LocalMax;
        GlobalV=LocalV;
        GlobalBag=bag;
        BestIteration=k;
    end;
else
    LocalMax=max;
    LocalV=Vmax;
    LocalBag=bag;
    Short(LocalIndex)=tenure;
    LocalIndex=index;
end;

GraphLongNoShtraf(j)=LocalNoShtraf;
GraphLong(j)=LocalMax;
GraphBag(j)=LocalBag;
j=j+1;

if k==1
    Tochki(2)=Tochki(3);
else
    Tochki(1)=Tochki(2);
    Tochki(2)=Tochki(3);
end;
Tochki(3)=LocalMax;
if (Tochki(2)>Tochki(3)) & (Tochki(2)<Tochki(1))
    pp=pp+1;
    [L,ZnachFuncL,pp]=strategija(List,Vmax,WWW,W,C,M,pp);
    List=L;
end;
end;
figure(6)
J=1:j-1;
%subplot(3,1,2);
plot(J,GraphLong,J,GraphLongNoShtraf);
title('Stoimost');
grid on;

ZZ=GlobalBag*30;
GlobalV'
BestIteration
GlobalBag

```

```

ZZ'
for i=1:n
    if i<=6
        GlobalV1(i)=GlobalV(i);
    elseif and(i>6, i<=12)
        GlobalV2(i-6)=GlobalV(i);
    elseif and(i>12, i<=18)
        GlobalV3(i-12)=GlobalV(i);
    elseif and(i>18, i<=24)
        GlobalV4(i-18)=GlobalV(i);
    elseif and(i>24, i<=30)
        GlobalV5(i-24)=GlobalV(i);
    elseif and(i>30, i<=36)
        GlobalV6(i-30)=GlobalV(i);
    elseif and(i>36, i<=42)
        GlobalV7(i-36)=GlobalV(i);
    elseif and(i>42, i<=48)
        GlobalV8(i-42)=GlobalV(i);
    elseif and(i>48, i<=54)
        GlobalV9(i-48)=GlobalV(i);
    elseif and(i>54, i<=60)
        GlobalV10(i-54)=GlobalV(i);
    elseif and(i>60, i<=64)
        GlobalV10(i-60)=GlobalV(i);
    end;
end;

```

Лістинг оператора побудови вектору:

```

function Nyl=VektorZatratu(n,Z1,Eff1);

%Eta=30; %Eta - koli4estvo dnej
%Z1 - stoimost
%Eff1 - effektivnost
k=60;
for i=1:(n-4)
    if Eff1(i)<=0.1
        Nyl(i)=round(rand(1,1)*k/13);
    elseif and(Eff1(i)>0.1, Eff1(i)<=0.25)
        Nyl(i)=round(rand(1,1)*k/9);
    elseif and(Eff1(i)>0.25, Eff1(i)<=0.55)
        Nyl(i)=round(rand(1,1)*k/6);
    elseif and(Eff1(i)>0.55, Eff1(i)<=0.75)
        Nyl(i)=round(rand(1,1)*k/5);
    elseif and(Eff1(i)>0.75, Eff1(i)<=1)
        Nyl(i)=round(rand(1,1)*k/4);
        %Nyl - koli4estvo vuhodov
    end;
end;

for t=((n-4)+1):n
    if Eff1(t)<=0.5
        Nyl(t)=round(rand*6);
    elseif and(Eff1(t)>0.5, Eff1(t)<=0.6)
        Nyl(t)=round(rand*9);
    elseif and(Eff1(t)>0.6, Eff1(t)<=0.7)
        Nyl(t)=round(rand*12);
    elseif and(Eff1(t)>0.7, Eff1(t)<=1)
        Nyl(t)=round(rand*15);
    end;
end;

```

Лістинг побудови векторів значень по кожному рекламному носію:

```

function[Pokazu, Effektivnost]=RAS4ET

n=6;
NasShar=74124;
NasMel=43848;
NasLyks=149292;
NasEur=53544;

NasInter=180612;
NasOnePlasOne=179568;
Nas11Ch=117972;
NasNovCh=76734;
Nas34Ch=67338;
Nas9Ch=95004;

Kpr=585058;

n1=6;
n2=4;
Zrn=600;
Ztv=27500;
ZNar=2000;
EfMel=[0.1 0.25    0.1    0.5    0.35 0.1];
EfShar=[0.3 0.2    0.3    0.7    0.5    0.01];
EfLyks=[0.6 0.5    0.3    0.3    0.7    0.01];
EfEur=[0.5 0.3 0.6 0.5 0.8 0.1];
EfInter=[0.4 0 0 0.9 0.7 0.5];
EfOnePlasOne=[0.7 0.5 0 0.7 0.6 0.4];
Ef11Ch=[0.4 0.1 0.1 0.2 0.6 0.1];
EfNovCh=[0.1 0.2 0.3 0.2 0.4 0.1];
Ef34Ch=[0.05 0.1 0.1 0.2 0.4 0.01];
Ef9Ch=[0.1 0.01    0.3    0.2    0.1    0.1];
EfNar=[0.7 0.65 0.8 0.45];
% Eff1 - ефективност
% CMel- stoimost efirnogo vrememi 15-ti sekyndnogo vremeni
% C - stoimost efirnogo vrememi 30-ti sekyndnogo vremeni
% C2 - stoimost arendu wita

KvkoShar=[1482 32862 25449 22237 26190 19828];
KvkShar=[860 19056 14758 12895 15188 11498];

KvkoMel=[11985 11254 14616 14178 15347 9537];
KvkMel=[6592 6190 8039 7798    8441 5245];

KvkoLyks=[29858    44788 57229 46281 53247 23887];
KvkLyks=[17090 25635 32755 26489 30477 13672];

KvkoEur=[7099 33366 33544 34431 25202 14642];
KvkEur=[3958 18603 18702 19197 14051 8164];

KvkoInter=[17400 0 0 0 556800 443700];
KvkInter=[9570 0 0 0 306240    244035];

KvkoOnePlasOne=[13767 0    25738 40104 35914 87539];
KvkOnePlasOne=[7572 0 14156    22057 19752 48147];

Kvko11Ch=[14068    15347 15347 19184 15347 13812];
Kvk11Ch=[7437 8114 8114    10142 8114 7302];

KvkoNovCh=[28501 14884 20901 25968 25018 34439];
KvkNovCh=[15364    8024 11267 13999 13487 18565];

Kvko9Ch=[23594 35392 45223 36571 42077 18876];
Kvk9Ch=[13676 20514 26213 21198 24389 10941];

Kvko34Ch=[2020 6285 8529 11223 16835 8081];
Kvk34Ch=[1012 3149 4274    5624 8436 4049];

```

```

KppNar=[700 750 800 650];
ProcKvkoNar=[0.7 0.65 0.8 0.45];
StoimostNar=[3000 3000 3100 2850];
StProd=[5 5 5 5];
for d=1:4
EpoNar=(KppNar(d)*ProcKvkoNar(d)*StProd(d))/(KppNar(d)*StoimostNar(d));
end;

VektorRMel=VektorZatratu(n1,Zrn,EfMel);
VektorRShar=VektorZatratu(n1,Zrn,EfShar);
VektorRLyks=VektorZatratu(n1,Zrn,EfLyks);
VektorREur=VektorZatratu(n1,Zrn,EfEur);

VektorTVInter=VektorZatratu(n1,Ztv,EfInter);
VektorTVOnePlasOne=VektorZatratu(n1,Ztv,EfOnePlasOne);
VektorTV11Ch=VektorZatratu(n1,Ztv,Ef11Ch);
VektorTV9Ch=VektorZatratu(n1,Ztv,Ef9Ch);
VektorTV34Ch=VektorZatratu(n1,Ztv,Ef34Ch);
VektorTVNovCh=VektorZatratu(n1,Ztv,EfNovCh);

VektorNar=VektorZatratu(n2,ZNar,EfNar);

[EpoShar,EoaShar,EopShar,EnaShar]=KoefficientU1(NasShar,KvkShar,KvkoShar,Kpr,VektorRShar);
[EpoMel,EoaMel,EopMel,EnaMel]=KoefficientU1(NasMel,KvkMel,KvkoMel,Kpr,VektorRMel);
[EpoLyks,EoaLyks,EopLyks,EnaLyks]=KoefficientU1(NasLyks,KvkLyks,KvkoLyks,Kpr,VektorRLyks);
[EpoEur,EoaEur,EopEur,EnaEur]=KoefficientU1(NasEur,KvkEur,KvkoEur,Kpr,VektorREur);

[EpoInter,EoaInter,EopInter,EnaInter]=KoefficientU1(NasInter,KvkInter,KvkoInter,Kpr,VektorTVInter);
[EpoOnePlasOne,EoaOnePlasOne,EopOnePlasOne,EnaOnePlasOne]=KoefficientU1(NasOnePlasOne,KvkOnePlasOne,KvkoOnePlasOne,Kpr,VektorTVOnePlasOne);
[Epo11Ch,Eoa11Ch,Eop11Ch,Ena11Ch]=KoefficientU1(Nas11Ch,Kvk11Ch,Kvko11Ch,Kpr,VektorTV11Ch);
[Epo9Ch,Eoa9Ch,Eop9Ch,Ena9Ch]=KoefficientU1(Nas9Ch,Kvk9Ch,Kvko9Ch,Kpr,VektorTV9Ch);
[Epo34Ch,Eoa34Ch,Eop34Ch,Ena34Ch]=KoefficientU1(Nas34Ch,Kvk34Ch,Kvko34Ch,Kpr,VektorTV34Ch);
[EpoNovCh,EoaNovCh,EopNovCh,EnaNovCh]=KoefficientU1(NasNovCh,KvkNovCh,KvkoNovCh,Kpr,VektorTVNovCh);

%postroenie vektorov
Pokazu=[VektorRMel VektorRShar VektorRLyks VektorREur VektorTVInter
VektorTVOnePlasOne VektorTV11Ch VektorTVNovCh VektorTV34Ch VektorTV9Ch VektorNar];
Translacija=Pokazu;

PokazuBin=[];
k=size(Pokazu,2);
for i=1:k
    Binarnij=dec2bin(Pokazu(i));
    PokazuBin=[PokazuBin Binarnij];
end;
PokazuBin;

Effektivnost=[EfMel EfShar EfLyks EfEur EfInter EfOnePlasOne Ef11Ch Ef9Ch Ef34Ch
EfNovCh EfNar];
Translacija'
figure(1)
subplot(2,1,1)
j=1:6;
hold on
plot(j,EoaShar,'b.-');
grid on
plot(j,EoaMel,'r*-');
grid on
plot(j,EoaLyks,'g.-');
grid on
plot(j,EoaEur,'c.-');
legend('Sharmanka','Melodia','Lyks','Europa',0)
title('Kriterij effektivnosti ohvata reklamnoj ayditorii');

```

```

subplot(2,1,2)
j=1:6;
hold on
plot(j,EpoShar,'b.-');
grid on
plot(j,EpoMel,'r*-');
grid on
plot(j,EpoLyks,'g.-');
grid on
plot(j,EpoEur,'c.-');
legend('Sharmanka','Melodia','Lyks','Europa',0)
title('Kriterij effektivnosti reklamnogo obrawenia');

figure(2)
subplot(2,1,1)
j=1:6;
hold on
plot(j,EopShar,'b.-');
grid on
plot(j,EopMel,'r*-');
grid on
plot(j,EopLyks,'g.-');
grid on
plot(j,EopEur,'c.-');
legend('Sharmanka','Melodia','Lyks','Europa',0)
title('Kriterij effektivnosti ohvata potrebitelskogo runka');

subplot (2,1,2)
j=1:6;
hold on
plot(j,EnaShar,'b.-');
grid on
plot(j,EnaMel,'r*-');
grid on
plot(j,EnaLyks,'g.-');
grid on
plot(j,EnaEur,'c.-');
legend('Sharmanka','Melodia','Lyks','Europa',0)
title('Kriterij effektivnosti nasuwenia ayditorii v reklamnux poslaniax');

figure(3)
subplot(2,1,1)
j=1:6;
hold on
plot(j,EoaInter,'b.-');
grid on
plot(j,EoaOnePlasOne,'r*-');
grid on
plot(j,Eoa11Ch,'g.-');
grid on
plot(j,Eoa9Ch,'c.-');
grid on
plot(j,Eoa34Ch,'k.-');
grid on
plot(j,EoaNovCh,'m.-');
legend('Inter','OnePlasOne','11Channel','9Channel','34Channel','Novuj',0)
title('Kriterij effektivnosti ohvata reklamnoj ayditorii');

subplot(2,1,2)
j=1:6;
hold on
plot(j,EpoInter,'b.-');
grid on
plot(j,EpoOnePlasOne,'r*-');
grid on
plot(j,Epo11Ch,'g.-');
grid on
plot(j,Epo9Ch,'c.-');
grid on
plot(j,Epo34Ch,'k.-');

```

```

grid on
plot(j,EpoNovCh,'m.-');
legend ('Inter','OnePlasOne','11Channel','9Channel','34Channel','Novuj',0)
title('Kriterijj effektivnosti reklamnogo obrawenia');

figure(4)
subplot(2,1,1)
j=1:6;
hold on
plot(j,EopInter,'b.-');
grid on
plot(j,EopOnePlasOne,'r*-');
grid on
plot(j,Eop11Ch,'g.-');
grid on
plot(j,Eop9Ch,'c.-');
grid on
plot(j,Eop34Ch,'k.-');
grid on
plot(j,EopNovCh,'m.-');
legend ('Inter','OnePlasOne','11Channel','9Channel','34Channel','Novuj',0)
title('Kriterijj effektivnosti ohvata potrebitelskogo runka');

subplot (2,1,2)
j=1:6;
hold on
plot(j,EnaInter,'b.-');
grid on
plot(j,EnaOnePlasOne,'r*-');
grid on
plot(j,Ena11Ch,'g.-');
grid on
plot(j,Ena9Ch,'c.-');
grid on
plot(j,Ena34Ch,'k.-');
grid on
plot(j,EnaNovCh,'m.-');
legend ('Inter','OnePlasOne','11Channel','9Channel','34Channel','Novuj',0)
title('Kriterijj effektivnosti nasuwenia ayditorii v reklamnux poslaniax');

```

Лістинг оператора штрафу цільової функції:

```

function [f,w] = func(WWW,W,C,V,n,M)

Sc1=0;
Sc2=0;
F1=0;
for i=1:n
    Sc1=Sc1+W(i)*V(i);
    Sc2=Sc2+C(i)*V(i);
end;
F1=Sc2-M*max(0, -1*WWW+Sc1);
if nargin >1
    f = F1;
    w = Sc2;
else
    f = F1;
end;

```

Лістинг оператора розрахунку рекламних коефіцієнтів ефективності:

```

function[Epo,Eoa,Eop,Ena]=KoefficientU1(Nas,Kvk,Kvko,Kpr,Vektor)

```

```

Epo=Kvko/Nas;

for i=1:6
Eoa(i)=(Kvk(i)*Kvk(i))/(Nas*Kvko(i));
Eop(i)=(Kvk(i)*Kvk(i))/(Nas*Kpr);
Ena(i)=(Kvk(i)*Kvk(i))/(Nas*Kpr*Vektor(i));
end;

```

Лістинг оператора побудови списку локальних оптимумів:

```

function [z,ZF,pp]=strategija(List,Vmax,WWW,W,C,M,pp);

Q=10000;
w=false;
rr=false;
ZnachFuncList=[];

    if pp<=size(List,2)
        rr=true;
        for sd=1:size(List,2)
            if (List(:,sd))==Vmax'
                w=true;
            end;
        end;
        if w==false
            if List(:,pp)==0
                List(:,pp)=Vmax';
            end;
        end;
    end;

if rr==false

    for r=1:size(List,2)
        if (List(:,r))==Vmax'
            w=true;
        end;
    end;

    if w==false
        [MinRasst,IndexMin]=dlina(Vmax',List);
        if MinRasst>Q
            Funkcija=func(WWW,W,C,Vmax,size(Vmax,2),M);
            for h=1:size(List,2)
                FunkcijaList=func(WWW,W,C,List(:,h),size(Vmax,2),M);
                ZnachFuncList=[ZnachFuncList [FunkcijaList]];
            end;
            [MinFuncList,y]=min(ZnachFuncList);
            List(:,y)=Vmax';
        else
            FVmax=func(WWW,W,C,Vmax,size(Vmax,2),M);
            FMinRasst=func(WWW,W,C,List(:,IndexMin),size(Vmax,2),M);
            if FVmax>FMinRasst
                List(:,IndexMin)=Vmax';
            end;
        end;
    end;

    z=List;

    for h=1:size(List,2)
        FunkcijaList=func(WWW,W,C,List(:,h),size(List,1),M);
        ZnachFuncList=[ZnachFuncList [FunkcijaList]];
    end;

ZF=ZnachFuncList;
if w==true
    pp=pp-1;
else

```

```
pp=pp;
end;
```

Лістинг оператора стратегії інтенсифікації:

```
function [z,ia]=intensifikacija(List);
% ia-index stolbca perezapyska(to4ka perezapyska)

ia=floor(rand(1,1)*size(List,2)+1);
k=List(:,ia);
z=k';
ia;
```

Лістинг оператора стратегії диверсифікації:

```
function [z,ind]=diversification(List);

for i=1:size(List,2)
    for j=1:(size(List,2)-1)
        if i~=j
            G(j)=sum(xor(List(i),List(j)));
        else
            G(j)=2*size(List,1);
        end;
    end;
    [R(i),B(i)]=min(G);
end;
[ZZ,ind]=max(R);
k=List(:,ind);
z=k';
```

Відгук
на кваліфікаційну роботу магістра
здобувача вищої освіти групи 124м – 24 – 1
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: «Використання еволюційних методів пошуку рішень при плануванні рекламної кампанії»

Обсяг кваліфікаційної роботи 66 стор.

Мета кваліфікаційної роботи: збільшення ефективності проведення рекламної компанії за рахунок оптимізації розподілу повідомлень між рекламними носіями.

Актуальність теми полягає в тому, що генетичний алгоритм дозволяє по-новому подивитись на проблему пошуку екстремуму функцій. Головною його особливістю є еволюційний підхід при знаходженні екстремумів, завдяки чому знайдені результати постійно покращуються у боротьбі за виживання. Пошук із заборонами завдяки своїм різним настроюванням може допомогти знайти оптимальне рішення, яке задовольнить шукача. При цьому шукач сам може корегувати настроюванням для отримання ще більш точнішого результату.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки результати отримані в ході виконання роботи, можуть використовуватися у подальшій діяльності системного аналітика або менеджера з реклами.

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня магістра. Оригінальність наукових рішень полягає в тому що вдосконалено алгоритм пошуку із заборонами за рахунок використання операторів інтенсифікації та диверсифікації, що дозволило підвищити якість та повторюваність отриманих рішень у порівнянні з відомим реалізаціями методу. В результаті кваліфікаційної роботи було проведено практичне дослідження в отриманні програмного забезпечення, яке дозволяє з високою точністю та надійністю розподіляти рекламний бюджет з максимальною ефективністю.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі.

У роботі відзначено такі недоліки: тема роботи стосується еволюційних методів, але не має порівняння з градієнтними методами, аналізу складності, критеріїв вибору саме ГА або Tabu Search. У рекламних бюджетах існують: ризик недосягнення цілей, стохастичний характер результатів, залежність від сезонності та конкурентів в результаті модель реклами детермінована.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: (85), «добре».

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння кваліфікації «магістр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи магістра,
науковий ступінь, вчене звання, посада

ВЛАДИКО О.Б., к.т.н., доцент

Рецензія
на кваліфікаційну роботу бакалавра
студента групи 124-24-1 Цвіка Володимира Юрійовича

Тема кваліфікаційної роботи: «Використання еволюційних методів пошуку рішень при плануванні рекламної кампанії».

Обсяг кваліфікаційної роботи: 66 стор.

Зміст роботи повністю узгоджується з обраною тематикою дослідження, оскільки розглянуті алгоритмічні методи — генетичний алгоритм та пошук із заборонами — належать до сучасних підходів до розв'язання задач оптимізації, особливо тих, які характеризуються нелінійністю, великою розмірністю та наявністю складних обмежень. Обидва методи доповнюють одне одного, забезпечуючи широкий діапазон інструментів для ефективного пошуку екстремумів.

Рівень теоретичної та практичної підготовки автора, логіка і стиль викладу матеріалу в цілому відповідає кваліфікаційним вимогам.

Недоліком розглянутої роботи є те що об'єкт роботи рекламна кампанія, але в тексті багато загальних фраз про пошук екстремумів функцій, без зв'язку саме з рекламою.

Позитивною стороною кваліфікаційної роботи є її практична цінність, яка полягає в тому, що отримані знання та результати досліджень можуть використовуватись системними аналітиками або менеджерами з реклами.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: «добре», «85», а Цвік В.Ю. заслуговує присвоєння кваліфікації «магістр з системного аналізу».

Рецензент, перший заступник декана,
к.т.н., доцент кафедри безпеки інформації
та телекомунікацій

Олішевський І.Г.