

УДК 519.85:339.3:615.1

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.186789

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЮ КЛІЄНТІВ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ АПТЕЧНОЇ МЕРЕЖІ

Бакурова А. В., Ропало Г. М., Терещенко Е. В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ КЛИЕНТОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ АПТЕЧНОЙ СЕТИ

Бакурова А. В., Ропало А. М., Терещенко Э. В.

MODELING OF OPTIMAL PORTFOLIO OF CLIENTS OF CENTRALIZED PHARMACEUTICAL NETWORK

Bakurova A., Ropalo H., Tereschenko E.

Об'єкт даного дослідження визначає управління ризиками централізованої аптечної мережі, що пов'язані з маркетингом відносин між мережею та різними групами клієнтів. Розвиток конкурентного ринку призводить аптечні мережі до необхідності вести діалог з клієнтом, надаючи йому певні переваги, тим самим зменшувати власні ризики. Предметом дослідження є моделювання оптимального портфелю клієнтів централізованої аптечної мережі як одного з інструментів управління ризиками.

Спираючись на основи портфельної теорії Марковіца та багатокритеріальної оптимізації, в даній роботі побудовано базову модель оптимального портфелю клієнтів централізованої аптечної мережі, що враховує три групи клієнтів – лояльних, випадкових та інтернет-замовлення. На відміну від класичної двокритеріальної моделі (мінімізація ризику при максимізації доходу) в модель додано критерій максимізації ентропії, що підсилює ефект диверсифікації. Також розглянуто чотири модифікації базової моделі. Перша з них поглиблює аналіз портфелю клієнтів мережі до окремих аптек, що входять до цієї мережі. Три наступні моделюють різні маркетингові стратегії, в яких перевага надається одній з груп клієнтів.

Для розв'язування відповідних до побудованих моделей багатокритеріальних задач розроблено програмне забезпечення в пакеті Matlab, за допомогою якого методом послідовних поступок знайдено множини парето-оптимальних портфелів клієнтів. Верифікацію моделей виконано на реальних даних, що були надані однією з аптечних мереж.

Моделювання оптимальних портфелів клієнтів централізованої аптечної мережі дозволяє усунути недоліки в управлінні мережею та обрати оптимальну комбінацію розподілу груп лояльних, випадкових та інтернет-клієнтів. Завдяки цьому забезпечується можливість впливати на ці групи споживачів, впроваджуючи відповідні програми лояльності, що в кінцевому

рахунку веде до підвищення прибутку. Результати моделювання будуть корисними для автоматизації бізнес-процесів будь-яких торговельних мереж, управління ризиками, аналізу програм лояльності для підвищення ефективності їхнього функціонування.

Ключові слова: аптечна мережа, лояльні клієнти, інтернет-клієнти, модель оптимального портфелю, багатокритеріальна задача.

Объект данного исследования определяет управление рисками централизованной аптечной сети, связанными с маркетингом отношений между сетью и различными группами клиентов. Развитие конкурентного рынка приводит аптечные сети к необходимости вести диалог с клиентом, предоставляя ему определенные преимущества, тем самым уменьшая собственные риски. Предметом исследования является моделирование оптимального портфеля клиентов централизованной аптечной сети как одного из инструментов управления рисками.

Опираясь на основы портфельной теории Марковица и многокритериальной оптимизации, в данной работе построена базовая модель оптимального портфеля клиентов централизованной аптечной сети, которая учитывает три группы клиентов – лояльных, случайных и интернет-заказы. В отличие от классической двукритериальной модели (минимизация риска при максимизации дохода) в модель добавлен критерий максимизации энтропии, усиливающий эффект диверсификации. Также рассмотрены четыре модификации базовой модели. Первая из них углубляет анализ портфеля клиентов сети до уровня отдельных аптек, входящих в сеть. Три следующие – моделируют различные маркетинговые стратегии, в которых предпочтение отдается одной из групп клиентов.

Для решения соответствующих построенным моделям многокритериальных задач разработано программное обеспечение в пакете Matlab, с помощью которого методом последовательных уступок найдены множества парето-оптимальных портфелей клиентов. Верификация моделей выполнена на реальных данных, предоставленных одной из аптечных сетей.

Моделирование оптимальных портфелей клиентов централизованной аптечной сети позволяет устранить недостатки в управлении сетью и выбрать оптимальную комбинацию распределения групп лояльных, случайных и интернет-клиентов. Благодаря этому обеспечивается возможность влиять на эти группы потребителей, внедряя соответствующие программы лояльности, что в конечном счете ведет к повышению прибыли. Результаты моделирования будут полезны для автоматизации бизнес-процессов любых торговых сетей, управления рисками, анализа программ лояльности для повышения эффективности их функционирования.

Ключевые слова: аптечная сеть, лояльные клиенты, интернет-клиенты, модель оптимального портфеля, многокритериальная задача.

1. Вступ

Розвиток інформатизації суспільства зумовлює необхідність пошуку нових методів та підходів до підвищення ефективної діяльності підприємств. Відбувається зміщення акценту діяльності підприємств із залучення нових споживачів на утримання наявних шляхом формування їх лояльності. Управління лояльністю торгової мережі полягає у створенні такої системи управління діяльністю підприємства, яка давала б можливість на підставі аналізу зовнішнього і внутрішнього середовища забезпечувати ефективне досягнення високих економічних. А також соціальних результатів за рахунок побудови довготермінових відносин із споживачами [1].

Якщо донедавна в центрі уваги торгових мереж було кількісне їх збільшення, то в результаті посилення конкуренції, а також коливань в економіці країни, підприємства все більше почали орієнтуватися на розвиток діалогу із клієнтами, від яких залежить сталий розвиток компанії. При цьому результативність таких дій забезпечується дотриманням процесу, що включає декілька взаємопов'язаних етапів, зокрема:

- оцінка та аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища;
- визначення сильних та слабких сторін компанії;
- аналіз можливостей;
- визначення програм лояльності;
- реалізація стратегії;
- аналітичне дослідження ситуації.

Автор роботи [2] зазначав, що 30 % клієнтів приносять 50 % збитків, а за законом Парето 20 % лояльних клієнтів приносять 80 % прибутку. Отже, можна зробити висновок, що лояльні споживачі приносять основний прибуток підприємства. При цьому не тільки споживачі впливають на добробут підприємства, діяльність компанії також позначається на рівні лояльності клієнтів.

Лояльність споживачів відіграє роль конкурентної переваги організації, постає індикатором можливості здійснювати інноваційні перетворення не тільки у сфері продажу товарів, а й у сфері надання різноманітних послуг.

Тому актуальним є дослідження моделей портфелю клієнтів, що враховують сучасні умови функціонування аптечних мереж в конкурентному ринковому середовищі.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є управління ризиками централізованої аптечної мережі, що пов'язані з маркетингом відносин між мережею та різними групами клієнтів.

Якісний підхід до управління торговими точками аптечної мережі в умовах жорсткого конкурентного ринку передбачає мінімізацію ризиків у разі фактичного або потенційного зниження прибутковості аптек.

Одним з інструментів управління ризиками є диверсифікація структурних елементів складної системи централізованої аптечної мережі, зокрема портфелю клієнтів, в досягненні стратегічних цілей компанії:

- зниження ризику;

- посилення фінансової стійкості мережі;
- стабілізація фінансових надходжень;
- формування потенціалу конкурентоспроможності та нечутливості до змін ринку.

Будь-який лікарський засіб або товар медичного призначення має певні властивості, привабливі певному сегменту споживачів. Чим більше груп споживачів охоплює аптека, тим меншим є ризик втрати доходів.

Предметом дослідження є моделювання оптимального портфелю клієнтів централізованої аптечної мережі на основі портфельної теорії та багатокритеріальної оптимізації. Але, одним з проблемних питань в моделюванні є нединамічність моделі Марковіца, що в свою чергу, надає велике поле діяльності для її подальшого дослідження.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є побудова моделей для прийняття рішень з вибору оптимальної комбінації розподілу груп лояльних, випадкових та інтернет-клієнтів для подальшої розробки програм впливу на ці групи.

Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

1. Побудувати багатокритеріальні моделі з різними наборами критеріїв для визначення оптимального портфелю клієнтів централізованої аптечної мережі.
2. Виконати верифікацію побудованих моделей на реальних даних одної з аптечних мереж м. Запоріжжя (Україна).
3. Сформулювати рекомендації за результатами проведених експериментів.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Проведені дослідження базуються на поглибленому вивченні праць з теорії портфеля, теорії ризику та багатокритеріальної оптимізації.

Автор роботи [3], аналізуючи значення теорії портфеля Марковіца [4] та її еволюцію, визначає три важливі концепції: ефективності інвестиційного портфеля, диверсифікації та концепцію оптимізації. А також доводить, що для розвитку сучасної теорії міжнародного портфельного інвестування портфельна парадигма має статус домінантної. Хоча це твердження може бути також розглянуто зі сторони розвитку мережевої економіки та е-суспільства.

Як аналіз Марковіца поширюється на розширене визначення ризику показано в роботі [5], а також простежено еволюцію оціночних моделей ризику від однієї бета-версії, яка представляє ринковий ризик, до багатofакторних моделей ризику. Однак у цій роботі не проведено порівняння цих моделей з іншими видами моделей ризику.

Автором роботи [6] на основі огляду науково-дослідної літератури щодо середньо-дисперсійної моделі, геометричної середньої моделі та моделі споживання-інвестиції протягом усього життя розроблено набір практичних вказівок для прийняття рішень про портфель життя. Але залишається питання про умови, за яких інвестиційна політика може змінюватися. Альтернативний варіант вирішення проблеми, викладений в [7], містить обговорення моделей споживання та інвестицій на протязі життя.

Серед основних напрямків вирішення проблеми мінливості та надійності, що ведуть до неякісної диверсифікації, можуть бути виділені роботи [8, 9]. Проте в них не розглянуто питання про переваги підходу на основі надійності перед класичною побудовою портфелю в щоденній практиці.

Автори роботи [10] на основі оптимізації Марковіца дослідили вплив інформаційних співвідношень на чутливість прогнозування прибутку та витрат. Однак, як зазначають самі автори, їх робота дає кількісну оцінку переваг покращення інформаційних параметрів, але не звітує про витрати на це.

Робота [11] присвячена сучасним постановкам задач багатокритеріальної оптимізації банківського портфеля активів на основі класичної портфельної теорії Марковіца та методів їх узагальнення на випадок кредитного портфеля із застосуванням різних мір кредитного ризику. Але ця робота є вузькоспеціалізованою для банківської діяльності і не розглядає оптимальний портфель у широкому сенсі.

В енциклопедичному виданні з фармацевтики [12] вказано про значення горизонтальної та вертикальної диверсифікації в діяльності аптечних мереж. Однак не розглядаються докладно шляхи вирішення задач диверсифікації в практиці управління ризиками.

Таким чином, результати аналізу наукових джерел дозволяють зробити висновок про те, що незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених формуванню оптимальних портфелів, невирішеними залишаються проблеми побудови моделей оцінювання ризиків мереж. А також узагальнення класичної задачі портфельної оптимізації на випадок портфеля клієнтів мереж, зокрема аптечних.

5. Методи досліджень

Під час виконання роботи застосовано загальнонаукові та спеціальні методи дослідження:

- методи аналізу та синтезу – для попереднього аналізу з формуванням проблеми, визначенням цілей, визначенням припущень і ризиків;
- метод математичного моделювання – для побудови моделі оптимального портфелю клієнтів централізованої аптечної мережі;
- метод послідовних поступок рішення багатокритеріальних задач.

6. Результати досліджень

Будемо розподіляти клієнтів аптечної мережі на три групи: лояльні (постійні), випадкові та інтернет-клієнти. Вважаємо, що всі три групи клієнтів не перетинаються. До лояльних відносяться споживачі, що формують товарообіг аптеки та користуються дисконтними картками. До випадкових – всі інші відвідувачі, із невеликою частотою покупки. Завдання аптечної мережі – збільшити середній чек та частоту покупки по кожній групі клієнтів. Для формалізації моделі введемо такі позначення:

y_1 – частка лояльних клієнтів в портфелі клієнтів аптечної мережі;

y_2 – частка випадкових клієнтів аптечної мережі;

y_3 – частка інтернет-клієнтів аптечної мережі;

b_i – середній чек по i -ій групі клієнтів аптечної мережі (у. о.);
 \bar{b}_i – очікуваний середній чек по i -ій групі клієнтів аптечної мережі (у. о.);
 q_i – середня частота відвідування в i -ій групі клієнтів аптечної мережі;
 \bar{q}_i – очікувана середня частота відвідування в i -ій групі клієнтів аптечної мережі.

Ризиками в такій ситуації є недоотримання середнього чеку від лояльних клієнтів *Risk1* та зменшення частоти відвідування випадкових клієнтів *Risk2*. Також в цій моделі передбачено два критерії, що відповідають меті максимізації доходності:

- *Sum1* – сумарна середня частота відвідування клієнтами аптечної мережі;
- *Sum2* – сумарний середній чек по мережі в цілому.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 Risk1 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_i \cdot y_j \cdot (q_i - \bar{q}_i) \cdot (q_j - \bar{q}_j) \rightarrow \min, \\
 Risk2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_i \cdot y_j \cdot (b_i - \bar{b}_i) \cdot (b_j - \bar{b}_j) \rightarrow \min, \\
 Sum1 = \sum_{i=1}^3 y_i \cdot q_i \rightarrow \max, \\
 Sum2 = \sum_{i=1}^3 y_i \cdot b_i \rightarrow \max, \\
 Entropy = - \sum_{i=1}^3 y_i \ln(y_i) \rightarrow \max, \\
 \sum_{i=1}^3 y_i = 1; \quad y_i \in [0;1].
 \end{array} \right. \quad (1)$$

Розв'язком задачі (1) є вектор $\bar{Y}^* = (y_1, y_2, y_3)$ – оптимальна комбінація розподілу груп лояльних, випадкових та інтернет-клієнтів.

Для задачі можливі модифікації, що генеруються різними комбінаціями критеріїв *Risk1*, *Risk2* та *Sum1*, *Sum2* з метою дослідження ефективності або розробки нових програм лояльності.

Критерій максимізації ентропії Entropy забезпечує реалізацію стратегії диверсифікації портфелю клієнтів.

Другим напрямом модифікації моделі (1) є поглиблення вивчення портфеля клієнтів до рівня кожної окремої торгової точки. Тоді сума оптимальних портфелів клієнтів окремої торгової точки формує оптимальний портфель клієнтів аптечної мережі в цілому. Введемо позначення:

- y_{k1} – частка лояльних клієнтів в портфелі клієнтів k -ої торгової точки;
- y_{k2} – частка випадкових клієнтів k -ої торгової точки;
- y_{k3} – частка інтернет-клієнтів k -ої торгової точки;

b_{ki} – середній чек по i -ій групі клієнтів (у. о.) k -тої торгової точки;
 \bar{b}_{ki} – очікуваний середній чек по i -ій групі клієнтів (у. о.) k -ої торгової точки;
 q_{ki} – середня частота відвідування в i -ій групі клієнтів k -ої торгової точки;
 \bar{q}_{ki} – очікувана середня частота відвідування в i -ій групі клієнтів k -ої торгової точки;
 n – кількість аптек у мережі.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 Risk1 = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_{ki} \cdot y_{kj} \cdot (q_{ki} - \bar{q}_{ki}) \cdot (q_{kj} - \bar{q}_{kj}) \rightarrow \min, \\
 Risk2 = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_{ki} \cdot y_{kj} \cdot (b_{ki} - \bar{b}_{ki}) \cdot (b_{kj} - \bar{b}_{kj}) \rightarrow \min, \\
 Sum1 = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^3 y_{ki} \cdot q_{ki} \rightarrow \max, \\
 Sum2 = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^3 y_{ki} \cdot b_{ki} \rightarrow \max, \\
 Entropy = - \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^3 y_{ki} \ln(y_{ki}) \rightarrow \max, \\
 \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^3 y_{ki} = 1; \quad y_{ki} \in [0; 1].
 \end{array} \right. \quad (2)$$

Третій вид модифікацій моделі (1) пропонує замість ентропії обирати три інші критерії, що відповідають пріоритетам певного виду клієнтів. Він докладно буде розглянутий нижче.

Експерименти з моделями (верифікація моделей) проводились на даних одної з аптечних мереж, що функціонують в м. Запоріжжя (Україна). Оскільки спостереження за частотою відвідувань груп клієнтів аптеками не проводились, то дослідження виконувалось за спрощеною моделлю виду:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 Risk = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_i y_j (b_i - \bar{b}_i) (b_j - \bar{b}_j) \rightarrow \min, \\
 Sum = \sum_{i=1}^3 y_i b_i \rightarrow \max, \\
 Entropy = - \sum_{i=1}^3 y_i \ln(y_i) \rightarrow \max.
 \end{array} \right. \quad (3)$$

Розв'язування багатокритеріальної задачі оптимізації (3) розглянемо методом послідовних поступок. Як відомо, метод послідовних поступок рішення багатокритеріальних задач застосовується в разі, коли часткові критерії можуть бути впорядковані за спаданням важливості [13].

Для визначеності оберемо таке відношення порядку: ентропія, ризик, доход, тобто *Entropy-Risk-Sum*.

На першому етапі визначимо оптимальне значення першого за важливістю критерію *Entropy* в області припустимих розв'язків.

$$\begin{cases} Entropy = -\sum_{i=1}^3 y_i \ln(y_i) \rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^3 y_i = 1; \quad y_i \in [0;1]. \end{cases} \quad (4)$$

Отримано оптимальне рішення за другим критерієм *Entropy**.

Процедуру проводимо для наступного за важливістю критерію *Risk*, додаючи до умов, що визначають припустимі розв'язки, умови по зменшенню першого критерію *Entropy* від знайденого оптимального значення *Entropy** не більше, ніж на величини припустимих поступок δ_1 :

$$\begin{cases} Risk = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_i y_j (b_i - \bar{b}_i)(b_j - \bar{b}_j) \rightarrow \min, \\ \begin{cases} Entropy^* - Entropy \leq \delta_1 Entropy^*, \\ \sum_{i=1}^3 y_i = 1; \quad y_i \in [0;1]. \end{cases} \end{cases} \quad (5)$$

Аналогічно повторюємо для наступного за важливістю критерію *Sum*, додаючи до умов, що визначають припустимі розв'язки, умови по зменшенню першого критерію *Entropy* та збільшенню від знайденого оптимального значення *Risk** не більше, ніж на величини припустимих поступок δ_1 :

$$\begin{cases} Sum = \sum_{i=1}^3 y_i b_i \rightarrow \max, \\ \begin{cases} Entropy^* - Entropy \leq \delta_1 Entropy^*, \\ Risk - Risk^* \leq \delta_2 Risk^*, \\ \sum_{i=1}^3 y_i = 1; \quad y_i \in [0;1]. \end{cases} \end{cases} \quad (6)$$

Розв'язок, що отримується на третьому етапі, є розв'язком багатокритеріальної задачі умовної оптимізації (1).

На рис. 1, *a* показано розв'язки за багатокритеріальною моделлю в трикритеріальному просторі *Entropy-Risk-Sum*, що побудовано в пакеті Matlab [14]. Точки, що позначені кружками синього кольору відповідають загальному ризику, трикутники червоного кольору позначають системний ризик.

На рис. 1, *б-г* представлено проєкції трикритеріального простору у двокритеріальний, за якими можна спостерігати відповідні паретовські границі.

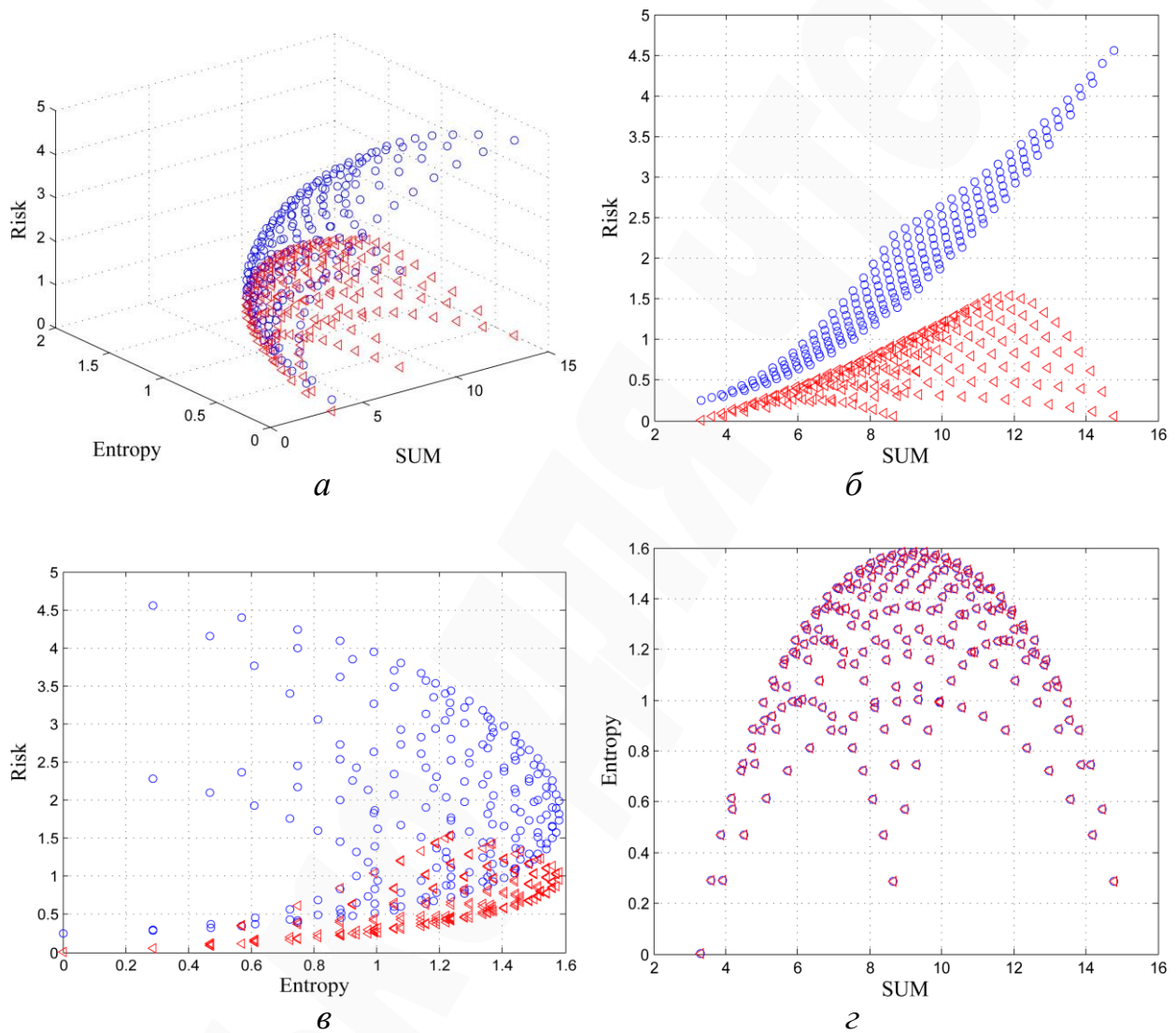


Рис. 1. Розв'язки за моделлю (3), побудовані в пакеті Matlab:
a – 3-d_R_S_E; *б* – R-S; *г* – R-E; *г* – E-S

Проведемо дослідження моделі оптимального портфелю клієнтів для всієї централізованої мережі аптек з різним складом критеріїв в залежності від маркетингової політики мережі, що є третьою модифікацією моделі (1). Результати чисельного експерименту представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні портфелі та відповідні значення критеріїв для централізованої аптечної мережі за критеріями лояльності відносно різних груп клієнтів

Показники	Мережа <i>1Loyal</i>	Мережа <i>2Loyal</i>	Мережа <i>3Loyal</i>
SUM*·10 ³	15.305731	8.887202	3.377131
RISK	4.9	2.434317	0.255287
GroupLoyal	99009.7	99009.439908	110000
Y=y1	0.9891	0.0010	0.0010
y2	0.0099	0.9891	0.0090
y3	0.0010	0.0099	0.9900

Розглянуто випадок, коли замість диверсифікованого портфеля клієнтів перевага надається лояльним клієнтам. Замінюємо максимізацію ентропії на критерій виду:

$$1Loyal = y_1 / y_2 / y_3 \rightarrow \max.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Risk2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y_i y_j (b_i - \bar{b}_i)(b_j - \bar{b}_j) \rightarrow \min, \\ Sum2 = \sum_{i=1}^3 y_i b_i \rightarrow \max, \\ 1Loyal = y_1 / y_2 / y_3 \rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^3 y_i = 1; \quad y_i \in [0;1]. \end{array} \right. \quad (7)$$

Для портфеля, в якому перевага надається випадковим відвідувачам використано критерій:

$$2Loyal = y_2 / y_1 / y_3 \rightarrow \max. \quad (8)$$

Для маркетингової політики, що націлена на максимізацію кількості інтернет-клієнтів застосовуємо критерій:

$$3Loyal = y_3 / y_1 / y_2 \rightarrow \max. \quad (9)$$

Аналогічні дослідження було проведено для окремих аптек, що належать до тієї ж мережі, але мають різні за складом початкові портфелі клієнтів. В табл. 2 представлено оптимальні портфелі для окремих аптек за критеріями лояльності відносно різних груп клієнтів.

Таблиця 2

Оптимальні портфелі та відповідні значення критеріїв для окремих аптек за критеріями лояльності відносно різних груп клієнтів

Показники	Аптека 1 <i>1Loyal</i>	Аптека 2 <i>2Loyal</i>	Аптека 3 <i>3Loyal</i>
SUM*·10 ³	40.737413	69.588454	11.590556
RISK	35.3	258.9	8.6
GroupLoyal	99009.7	99015.5	100415.2
Y=y1	0.9891	0.0010	0.0010
y2	0.0099	0.9890	0.0099
y3	0.0010	0.0100	0.9891

Для зручності порівняння результати експериментів за моделлю (3) для централізованої аптечної мережі та окремих її аптек зведено до табл. 3.

Таблиця 3

Оптимальні портфелі та відповідні значення критеріїв за моделлю(3) для централізованої аптечної мережі та окремих аптек

Показ-ники	Мережа ENTR_COV_ SUM	Аптека1 ENTR_COV_ SUM	Аптека2 ENTR_COV_ SUM	Аптека3 ENTR_COV_ SUM
SUM*·10 ³	7.5205	10.954903	23.7035	3.749267
RISK	1.1	2.5	11.7	0.8
Entr	1.4265	1.426466	1.4265	1.527519
Y=y1	0.2637	0.1620	0.4533	0.3971
y2	0.1821	0.5394	0.1301	0.3971
y3	0.5542	0.2987	0.4166	0.2057

Порівнюючи дані табл. 1 та першого стовпця табл. 3 бачимо, що перехід мережі до стратегії диверсифікації є привабливим у випадку, коли в початковий момент в портфелі мережі переважають інтернет-клієнти або змінити склад портфелю на користь лояльних, тобто розробити програми лояльності. При порівнянні табл. 1 і табл. 2 мережі в цілому та окремих аптек при відповідних маркетингових стратегіях можна зробити висновок, що відокремлення аптеки від мережі веде до невеликого підвищення доходу при значному зростанні ризику, особливо для аптек, що мають в портфелі значну частку випадкових відвідувачів. Співставлення відповідних аптек (з однаковими початковими умовами) за табл. 2 та табл.3 вказує, що при переході аптеки до стратегії диверсифікації відбувається незначне зменшення доходу при суттєвому зменшенні ризику, знову особливо для аптек, що мають в портфелі значну частку випадкових відвідувачів. Порівняння за даними табл. 3 окремих аптек з мережею в цілому (перший стовпчик) за умов стратегії диверсифікації дозволяє передбачити, що

відокремлення від мережі у випадку Аптеки 3 приведе до невеликого зменшення доходу та ризику, але для інших – навпаки до збільшення.

За проведеними експериментами варто відзначити, що аптечним мережам в практиці управління ризиками є сенс розглядати всі варіанти модифікацій моделі (1).

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. Сильні сторони дослідження та застосування моделювання процесу управління ризиками централізованої аптечної мережі полягають у тому, що ці заходи дозволяють отримати оптимальну комбінацію розподілу груп лояльних, випадкових та інтернет-клієнтів. Це допоможе збільшити середній чек та частоту покупки по кожній групі клієнтів. Отже, запропонована модель дозволяє розробляти ефективні методи мінімізації втрат та максимізації доходів.

Weaknesses. Аналіз процесу впровадження моделей проведено на даних однієї з аптечних мереж. Оскільки спостереження за частотою відвідувань не проводились, то дослідження довелося виконувати за спрощеною моделлю.

Opportunities. Слід зазначити, що модель оптимального портфелю клієнтів централізованої аптечної мережі слід розглядати як частину комплексної програми диверсифікації аптечної мережі, враховуючи діяльність постачальників, мережі та клієнтів. В подальшому планується дослідити особливості моделей диверсифікації холдингу та мішаного типу аптечних мереж. Також можливо використання рекомендаційних систем для формування оптимального портфелю за допомогою рекомендацій.

Threats. До погроз управління оптимальним портфелем клієнтів централізованої аптечної мережі можна віднести сучасні умови функціонування аптечних мереж в конкурентному ринковому середовищі та змінах у законодавстві.

8. Висновки

1. В даній роботі були побудовані моделі для прийняття рішень з вибору оптимальної комбінації розподілу груп лояльних, випадкових та інтернет-клієнтів для подальшої розробки програм впливу на ці групи. Описані багатокритеріальні моделі на основі портфельного підходу з різними наборами критеріїв, що націлені на мінімізацію ризиків втрати клієнтів певної групи та максимізацію прибутку.

2. Побудовані моделі верифіковані на реальних даних одної з аптечних мереж м. Запоріжжя (Україна). Результатом моделювання оптимальних портфелів клієнтів централізованої аптечної мережі є можливість усунення недоліків в управлінні мережею та обрання оптимальної комбінації розподілу груп лояльних, випадкових та інтернет-клієнтів.

Практична цінність проведеного в даній роботі моделювання підтверджена рядом експериментів, проведених на реальних даних, в яких продемонстровано можливість застосування розробленого інструменту для автоматичного розподілу груп клієнтів централізованих аптечних мереж у вигляді паретооптимальних портфелів з метою мінімізації ризиків. Серед напрямків подальших досліджень – проведення ряду експериментів з різними способами формалізації ризику в портфельних моделях та пошук відповідних аналітичних залежностей.

3. Сформовані рекомендації за результатами проведених експериментів, які можуть будуть корисними для автоматизації бізнес-процесів аптечних мереж, управління ризиками, аналізу програм лояльності для підвищення ефективності їхнього функціонування.

Подяка

The work was carried out as the part of the research work «Mathematical modeling of socio-economic processes and systems», the registration number DB05038, at the Department of System Analysis and Computational Mathematics of Zaporizhzhya National Technical University.

Література

1. 1 Frederick, F., Thomasm, A. (1996). *Teal Reichheld The Loyalty Effect: The Hidden Force Behind Growth, Profits, and Lasting Value*. Harvard Business School Press, 323.
2. Kotler, F. (2012). *Marketing menedzhment*. Saint Petersburg: Piter, 752.
3. Dzyuba, P. V. (2017). Conceptual structure of portfolio theory as a paradigmatic fundamental of international portfolio investing contemporary theory. *Scientific Bulletin of Uzhgorod National University*, 15 (1), 100–106.
4. Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. London: Chapman & Hall, Ltd.; Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, 344.
5. Guerard, J. B. (2010). Markowitz and the Expanding Definition of Risk: Applications of Multi-factor Risk Models. *Handbook of Portfolio Construction. Contemporary Applications of Markowitz Techniques*. New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 31–60. doi: http://doi.org/10.1007/978-0-387-77439-8_2
6. Van der Weide, H. (2010). Principles for Lifetime Portfolio Selection: Lessons from Portfolio Theory James. *Handbook of Portfolio Construction. Contemporary Applications of Markowitz Techniques*. New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 153–178. doi: http://doi.org/10.1007/978-0-387-77439-8_7
7. Campbell, J. Y., Viceira, L. M. (2006). *Strategic Asset Allocation: Portfolio Choice for Long-term Investors*. New York: Oxford University Press, 274.
8. Dell'Aquila, R., Embrechts, P. (2006). Extremes and Robustness: A Contradiction? *Financial Markets and Portfolio Management*, 20 (1), 103–118. doi: <http://doi.org/10.1007/s11408-006-0002-x>
9. Clark, A., Labovitz, M. (2006). Securities selection and portfolio optimization: Is money being left on the table? *Financial Engineering and Applications*. Canada: Acta Press, 131.
10. Petrichm, D. M., Kahnm, R. N. (2010). What Matters Most in Portfolio Construction? *Handbook of Portfolio Construction. Contemporary Applications of Markowitz Techniques*. New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 481–492. doi: http://doi.org/10.1007/978-0-387-77439-8_16
11. Kyshakevych, B. Yu. (2010). Formuvannia optymalnykh za Pareto kredytnykh portfeliv z dopomohoiu henetychnoho alhorytmu. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, 4, 126–132.

12. Posylkina, O. V. *Aptechna merezha*. Available at: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2856/aptechna-merezha>
13. Shtoyer, R. (1992). *Mnogokriterialnaia optimizaciia*. Moscow: Radio i sviaz, 504.
14. *Academic version of MATLAB*. Available at: <https://www.mathworks.com/academia.html>

The research object identifies the risk management of a centralized pharmacy network related to marketing relationships between the network and different customer groups. The development of a competitive market leads to the need for pharmacy networks to engage the customer into a dialogue, giving him/her certain benefits, thereby reducing their own risks. The subject of the research is the modelling the optimal client portfolio of a centralized pharmacy network as one of the risk management tools.

Based on the fundamentals of Markowitz portfolio theory and multicriteria optimization, this paper builds a basic model of an optimal portfolio of clients of centralized pharmacy network, which takes into account three groups of customers – loyal, casual and online orders. In contrast to the classic two-criteria model (risk minimization while maximizing income), the model has been introduced to maximize entropy, which enhances the diversification effect. Four modifications of the basic model are also considered. The first of these deepens on the analysis of the portfolio of clients of the network to the individual pharmacies belonging to this network. The following three model different marketing strategies in which one customer group is preferred.

Matlab software has been developed to solve many of the Pareto-optimal client portfolios for solving multicriteria-based problem-solving models. Model verification was performed on real data provided by one of the pharmacy chains.

Modelling the optimal customer portfolios of a centralized pharmacy network eliminates the deficiencies in network management and selects the optimal combination of loyal, casual, and online client group distribution. This provides the opportunity to influence these consumer groups by implementing appropriate loyalty programs, which ultimately leads to higher profits. The simulation results will be useful for automating the business processes of any trading network, managing risk, analyzing loyalty programs to improve the effectiveness of their operations.

Keywords: *pharmacy network, loyal customers, internet clients, optimal portfolio model, multicriteria task.*