

Економічні науки

УДК 519:872.2

Куцобін Владислав Вадимович

студент

*Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Куцобин Владислав Вадимович

студент

*Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Kutsobin Vladyslav

Student of the

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0003-2816-8043

Науковий керівник:

Рисцов Ігор Костянтинівич

кандидат фізико-математичних наук, доцент

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Научный руководитель:

Рисцов Игорь Константинович

кандидат физико-математических наук, доцент

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Rystsov Ihor

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0001-6002-0503

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЦЕНТРУ ОБСЛУГОВУВАННЯ

ВИКЛИКІВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЦЕНТРА ОБСЛУЖИВАНИЯ

ВЫЗОВОВ

MODELING THE WORK OF THE CENTER FOR THE SERVICE OF

CHALLENGES

Анотація. Основним шляхом для контакту клієнту з компанією, послугами якої він хоче скористатись, є центр обслуговування викликів.

Побудова структури роботи таких центрів є технічною задачею. Проте результат вирішення цієї задачі напряму впливає на значення показників, які, в свою чергу, мають економічний підтекст. Від цих показників залежить і прибуток компанії.

Метою даної роботи є моделювання роботи контакт-центру міжбанківської платіжної системи та отримання значень характеристик, при яких показники якості обслуговування будуть прийнятними.

Предметом вивчення виступає модель роботи контакт-центру.

Моделювання такої системи є динамічним процесом. Модифікацією моделі може виступати урахування наявності системи голосового меню. На даний момент такі системи є найновітнішими розробками у даній сфері і

роблять ефективність роботи контакт-центру максимальною, оскільки значно розвантажують навантаження на операторів.

В більшості робіт моделюються телефонні центри обслуговування викликів і використовуються підходи на основі «класичної» теорії масового обслуговування. Математичні моделі повинні враховувати такі фактори, як нетерплячість клієнтів, відмови в обслуговуванні, стаціонарність або не стаціонарність характеристик.

Ключові слова: *центр масового обслуговування, система масового обслуговування, математична модель.*

Аннотація. *Основным путем контакта клиента с компанией, услугами которой он хочет воспользоваться, может быть центр обслуживания вызовов.*

Построение структуры работы таких центров является технической задачей. Однако результат решения этой задачи напрямую влияет на значение показателей, которые, в свою очередь, имеют экономический подтекст. От этих показателей зависит и прибыль компании.

Целью данной работы является моделирование работы контакт-центра межбанковской платежной системы и получения значений характеристик, при которых показатели качества обслуживания будут приемлемыми.

Предметом изучения выступает модель работы контакт-центра.

Моделирование такой системы является динамическим процессом. Модификацией модели может выступать учет наличие системы голосового меню. На данный момент такие системы являются новейшими разработками в данной сфере и делают эффективность работы контакт-

центра максимальной, поскольку значительно разгружают нагрузку на операторов.

В большинстве работ моделируются телефонные центры обслуживания вызовов и используются подходы на основе «классической» теории массового обслуживания. Математические модели должны учитывать такие факторы, как нетерпеливость клиентов, отказы в обслуживании, стационарность либо нестационарность характеристик.

Ключевые слова: *центр массового обслуживания, система массового обслуживания, математическая модель.*

Summary. *The main way to contact a customer with the company whose services he wants to use is the call center.*

Construction of the structure of the work of such centers is a technical task. However, the result of solving this problem directly affects the values of indicators, which, in turn, have an economic subtext. From these indicators, the profit of the company also depends.

The purpose of this work is to simulate the work of the contact center of the interbank payment system and obtain the values of characteristics in which quality service indicators will be acceptable.

The subject of study is the model of contact center operation.

Simulation of such a system is a dynamic process. Modification of the model may take into account the availability of a voice menu system. At the moment, such systems are the most up-to-date developments in this field and make the operation of the contact center maximized, since it significantly unloads the load on operators.

In most of the works, telephone call centers are modeled and approaches are used based on the "classical" theory of mass service. Mathematical models should

take into account factors such as customer impatience, denial of service, stationary or non-stationary characteristics.

Key words: *call center, theory of mass service, mathematical model.*

Постановка проблеми. Центри обслуговування викликів, як їх ще називають контакт-центри, на сьогодні є основним засобом зворотного зв'язку для клієнтів до компанії [1]. Як правило, приватні компанії, такі як готелі, банки, міжбанківські платіжні системи, комунальні підприємства мають у своїй інфраструктурі контакт-центр. Дуже великі організації можуть мати цілу систему, зв'язних між собою, таких центрів.

Більшість компанії, що працюють з клієнтами вже мають лінію для такого зв'язку. Ефективність таких ліній вражає. Декілька операторів можуть обслуговувати до декількох сотень звернень на годину, при цьому мати рівень ефективності обслуговування до 95%. Кожний клієнт, який звернувся, отримає відповідь, а ті хто, не дочекався складають лише декілька відсотків.

Може скластись враження, що такі системи функціонують завдяки складним алгоритмам і суворій дисципліні, але це не так. Як правило, вся робота такого центру описується нескладними аналітичними моделями [2]. Проте, подальше зростання економічної ролі роботи контакт-центрів та складність їх роботи, технічні модифікації, такі як впровадження систем IVR – систем голосового меню, дещо ускладнюють моделювання роботи системи, або її характеристик [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні є досить велика кількість публікацій з даної тематики, особливо за кордоном. Тут слід зазначити роботи таких авторів, як А. Mandelbaum, М. Reiman, Степанов М.С., Гольдштейн Б.С. та інші. У більшості робіт розглядаються телефоні

центри надання послуг і для їх аналізу використовується «класична» теорія масового обслуговування [4; 5].

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження роботи контакт-центру та отримання значень кількісних і економічних характеристик системи.

Виклад основного матеріалу. Роботу будь-якого центру обслуговування викликів можна представити у вигляді системи масового обслуговування (СМО). Метою роботи такої системи є вибір структури та процесу обслуговування. Під ефективністю функціонування СМО розуміють числові значення набору показників, що характеризують рівень виконання закладених в неї задач [2]. Наприклад, до показників, що характеризують ефективність функціонування системи в середньому, відносяться: середня довжина черги, середній час очікування обслуговування, середня кількість зайнятих каналів, середній час простою каналу та ін. У багатьох СМО потрібно використовувати економічні показники. Серед таких показників можуть бути: вартість обслуговування кожної заявки за одиницю часу, втрати, пов'язані з «нетерплячістю» клієнтів, вартість експлуатації кожного каналу обслуговування, вартість простою каналу обслуговування.

Під СМО будемо розуміти комплекс, який має три складові: вхідний потік вимог, принцип функціонування черги, механізм обслуговування.

У більшості робіт вхідний потік вимог підпорядковується Пуассонівському потоку:

$$V_k(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} * e^{-\lambda t}, k = 0, 1, \dots,$$

де $V_k(t)$ – ймовірність того, що за час t надійде k вимог, λ – інтенсивність вхідного потоку.

Було розглянуто роботу невеликого контакт-центру. Кількість каналів для відповіді $n = 5$. В систему надходять дзвінки з інтенсивністю α . Час обслуговування кожного дзвінку – випадкове значення. Інтенсивність обслуговування β . У кожний момент часу будь який вільний оператор може обслуговувати лише один виклик. Якщо немає вільних операторів, то виклик стає в чергу. В системі працює IVR – голосове меню.

Моделювання роботи голосового меню – це зовсім інша задача. Кількість дзвінків, яку може обслуговувати дана система є випадкова величина. Зібравши дані за минулі періоди деякої системи, було проаналізовано, що в середньому система обслуговує кожний п’ятий виклик. Проаналізуємо систему з урахуванням роботи голосового меню та без нього.

Позначимо p_k – ймовірність того, що в системі знаходиться k дзвінків. У такому випадку маємо граф станів (рис. 1).

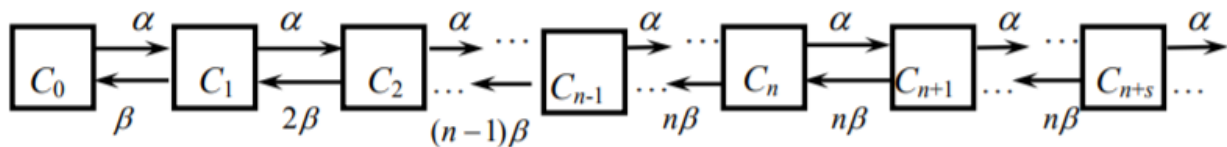


Рис. 1. Граф станів системи

За даною схемою отримаємо однорідну систему алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} -\alpha \cdot p_0 + \beta \cdot p_1 = 0, \\ -(\alpha + k \cdot \beta) \cdot p_k + \alpha \cdot p_{k-1} + (k+1) \cdot \beta \cdot p_{k+1} = 0, 0 < k \leq n-1, \\ -(\alpha + n \cdot \beta) \cdot p_n + \alpha \cdot p_{n-1} + n \cdot \beta \cdot p_{n+1} = 0, k \geq n. \end{cases}$$

Таким чином, при обмеженні $\frac{\alpha}{n\beta} < 1$ рішення даної системи має вигляд:

$$p_0 = \left(\sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{k!} \cdot \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^k + \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^n \cdot \frac{1}{n! \cdot (n \cdot \beta - \alpha)} \right)^{-1};$$

$$p_k = \begin{cases} \frac{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^k}{k!} \cdot p_0, & k = 1, 2, \dots, n-1 \\ \frac{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^k}{n! \cdot n^{k-n}} \cdot p_0, & k = n, n+1, \dots \end{cases};$$

Показниками ефективності функціонування даної системи будуть:

- 1) p_0 – ймовірність того, що всі оператори вільні.
- 2) p_k – ймовірність того, що в системі знаходиться $k < n$ заявок.
- 3) Y – ймовірність того, що усі оператори зайняті:

$$Y = \frac{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^n}{(n-1)! \cdot \left(n - \frac{\alpha}{\beta}\right)} p_0;$$

- 4) $t_{оч}$ – середній час очікування в черзі:

$$t_{оч} = \frac{Y}{n \cdot \beta - \alpha};$$

- 5) L – середня довжина черги:

$$L = \frac{\left(\frac{\alpha}{n \cdot \beta}\right) \cdot p_n}{\left(1 - \frac{\alpha}{n \cdot \beta}\right)^2};$$

- 6) N_0 – середня кількість вільних операторів:

$$N_0 = p_0 \cdot \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \cdot \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^k;$$

- 7) Розрахувавши усі показники, розрахуємо сумарні втрати за період

T :

$$G = (N_0 \cdot q_1 + (n - N_0) \cdot q_2 + L \cdot q_3) \cdot T$$

Дані для аналізу були взяті у компанії, яка має власний контакт-центр - «службу підтримки» для клієнтів. Використовуючи дані були отримані характеристики системи, які відображають її роботу.

Таблиця 1

Отримані характеристики системи

N (операторів)	3	4	5	3 + IVR	4 + IVR	5 + IVR
p0	0,0449	0,0737	0,0801	0,1111	0,1304	0,1343
Y	0,7022	0,3199	0,1304	0,4444	0,1739	0,0597
Точ(хв.)	3,5112	0,5331	0,1304	1,1111	0,2174	0,0498
L	1,4045	0,0853	0,0083	0,4444	0,0435	0,0050
N0	0,5	1,5	2,5	1,0	2,0	3,0
T(30 днів з 10:00 по 13:00)	90	90	90	90	90	90
G(T) грн.	18695	15009	16913	13250	13696	15772

Даний аналіз дає нам змогу побачити, що при п'яти операторах в системі з голосовим меню, навантаження буде мінімальним, що цілком логічно. Але з іншого боку бачимо, що з точки зору втрат варіант з трьома операторами та IVR буде найкращим.

Висновки. Дослідження показують, що робота контакт-центру з використанням системи голосового меню значно зменшує навантаження на працівників, знижує ймовірність і розмір черги, але потрібно розуміти, що дана система не може обслуговувати всі дзвінки. При цьому економічний ефект спадатиме при простою системи. Тому подальші дослідження мають бути спрямовані на аналіз ефективності та моделювання роботи системи голосового меню.

Література

1. Степанова, І.В. Розвиток концепції побудови центрів обслуговування викликів / І.В. Степанова // Електрозв'язок. - 2006. - №2. - С. 16-17.
2. Павській, В.А. Теорія масового обслуговування: навчальний посібник / В.А. Павській; Кемеровський технологічний інститут харчової промисловості. - Кемерово, 2008. - 116 с.
3. Переваги та вартість впровадження IVR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/post/59373/>
4. Узагальнена модель контакт-центру / Степанов М.С. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/obobschennaya-model-kontakt-tsentra-i-chastnye-sluchai-ee-ispolzovaniya>
5. Гольдштейн Б.С. Ще раз про економіку контакт-центрів / Мережі та системи зв'язку. – 2003. – №4.