

УДК 004.942:519.872

М. М. Дженкова, О. В. Черницька

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДО РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У ХОСТИНГОВІЙ КОМПАНІЇ**

Об'єктом дослідження є система масового обслуговування в хостинговій компанії. Метою роботи є розробка моделі системи масового обслуговування в хостинговій компанії, дослідження отриманої системи, визначення та вирішення знайдених проблем. Методом дослідження є імітаційне моделювання. Для дослідження системи побудовано програму-симулятор роботи системи масового обслуговування. Одержані результати: програма була використана для вивчення робочого процесу системи масового обслуговування реальної хостингової компанії. За допомогою функціональних характеристик системи та візуального спостереження за системою було зроблено висновок, що система працює не оптимально та потребує покращення. Завдяки програмній розробці було отримано рекомендації щодо оптимізації роботи системи.

*Ключові слова: черга, клієнт, сервіс, дисципліна черги, хостингова компанія, заявка, система масового обслуговування.*

Объектом исследования является система массового обслуживания в хостинговой компании. Цель работы – разработка модели системы массового обслуживания в хостинговой компании, исследование полученной системы, определение и решение найденных проблем. Методом исследования является имитационное моделирование. Для исследования системы создана программа-симулятор работы системы массового обслуживания. Полученные результаты: программа была использована для изучения рабочего процесса системы массового обслуживания реальной хостинговой компании. С помощью функциональных характеристик системы и визуального наблюдения за системой был сделан вывод, что система работает не оптимально и нуждается в улучшении. Благодаря программной разработке были получены рекомендации по оптимизации работы системы.

*Ключевые слова: очередь, клиент, сервис, дисциплина очереди, хостинговая компания, заявка, система массового обслуживания.*

Object of research is queuing system in a hosting company. The system uses the following scheme of work. If customers have any questions, they can contact

technical support. Customer requests are queued and processed gradually. Some requests can be satisfied immediately, and some can be transferred to another department. The input stream has a Poisson distribution. Service time is determined by exponential law. All queues of the system have a «first in, first out» discipline. Queues to other departments can be formed from the initial queue. After the request is processed by another department, the application is returned to the employee of the technical support department and is put into his personal queue. All queues in the system are unlimited, and the input stream of clients' requests is infinite. A queuing system simulation program was developed in the C# programming language. Streams are used to simulate the work of employees of various departments of the company. Queues are simulated with the Queue data structure. Requests are generated randomly, and they are processed in turn. The type of a request is stored in a separate field of the Zayavka structure, the type is chosen randomly. For each request, you can track the time of receipt, the time of transfer to another department and the time of logout, as well as see which queue the request is currently in. The program displays recommendations for increasing the number of employees if the «Allowed time (sec.)» parameter is set. In the simulation of the system, the speed of receipt of requests and their processing was increased 60 times compared to reality. Results: the program was used to study the workflow of the queuing system of a real hosting company. Using the functional characteristics of the system and visual observation of the system, it was concluded that the system is not working optimally and needs improvement. Thanks to the developed software, recommendations were obtained to optimize the system.

**Keywords:** *queue, customer, service, discharge of queue, hosting company, request, mass service system.*

**Вступ.** Зараз системи масового обслуговування зустрічаються скрізь. Найбільш розповсюдженими прикладами можна назвати супермаркети та call-центри. З точки зору бізнесу та взагалі галузевого ринку дуже важливою є оптимізація робочих процесів цих систем для досягнення поставлених цілей та виходу компанії на перші позиції. Іноді оптимізацію системи масового обслуговування доречно провести з використанням методики симуляції роботи цієї системи. Завдяки симуляції роботу системи масового обслуговування можна розвивитися у пришвидшеному темпі та зробити висновки щодо коректності та оптимальності її роботи.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Моделювання роботи систем масового обслуговування (СМО) не є новим, проте продовжує привертати увагу. З точки зору наукової інформатики СМО дають широкі можливості для моделювання та імітацій, виступають у ролі платформи для експериментів для навчальних та дослідницьких цілей

[1]. У нашій роботі розв'язано практичні питання, пов'язані з діяльністю реальної хостингової компанії. Середовище GPSS World використовується для створення моделей СМО [2], проте думки щодо його використання існують різні [3; 4]. Ми виконали розробку за допомогою інших засобів.

**Постановка задачі.** Побудувати програму-симулятор роботи системи масового обслуговування хостингової компанії. Використати програму для визначення оптимального числа працівників різних відділів.

**Основний матеріал.** У даній роботі розглянуто систему масового обслуговування в хостинговій компанії. Для початку дамо визначення терміна «хостингова компанія». Хостингова компанія – це підприємство, що надає послуги хостингу клієнтам, тобто дозволяє розміщувати на своїх майданчиках (наприклад, у датацентрах) клієнтське обладнання, дані, веб-сайти.

Наразі розміщення клієнтських ресурсів, наприклад, веб-сайтів, на обладнанні хостингової компанії є дуже поширеною практикою. Оскільки для коректної роботи веб-сайту необхідно забезпечувати безперервну доступність ресурсу для користувачів, власники веб-сайтів користуються послугами хостингових компаній, які, в певних випадках, пропонують підтримку стабільної роботи сервера, на якому розміщено ресурс. Таким чином, клієнту не потрібно мати власне приміщення, обладнання або отримувати для свого сайту «білу» ір-адресу самостійно. Зрозуміло, що хостингові компанії значно полегшують життя звичайним власникам веб-сайтів, які не є спеціалістами у сфері ІТ.

Система масового обслуговування в хостинговій компанії використовує таку схему роботи. При виникненні питань щодо послуг компанії клієнти мають змогу звернутися до служби технічної підтримки. Заявки клієнтів потрапляють у чергу та опрацьовуються поступово. При цьому деякі заявки можуть бути виконані відразу, а деякі можуть бути передані до іншого відділу (рис. 1). При цьому передача заявок до іншого відділу залежить від типу заявки.

Систему масового обслуговування можна охарактеризувати таким чином. Система включає в себе відділ технічної підтримки, відділ скарг, системних інженерів, розробників, менеджерів. Вхідний потік має пуассонівський розподіл [5]. Час обслуговування визначається експоненціальним законом [6]. Доступно від 5 до 10 працівників відділу технічної підтримки паралельно. Для опрацювання черг інших відділів доступно від 2 до 10 одночасно працюючих співробітників.

Усі черги системи мають дисципліну «перший прийшов – перший обслуговується», а з початкової черги можуть формуватися черги до інших відділів. Після опрацювання заявки іншим відділом заявка повертається працівнику відділу технічної підтримки та потрапляє в його особисту чергу (особиста черга виникає, оскільки наступні заявки продовжують опрацьовуватися, якщо поточна потрапила в чергу іншого відділу). Всі черги в системі необмежені, а вхідний потік клієнтів є нескінченним [6].



**Рисунок 1 – Схема роботи системи масового обслуговування в хостинговій компанії**

Для моделювання системи масового обслуговування було розроблено програму за допомогою мови програмування C#. Для імітації роботи працівників різних відділів компанії використовуються потоки. Черги симулюються завдяки структурі даних Queue (Черга). Надходження заявок відбувається випадковим чином, а обробляються вони по черзі. Тип заявки, який зберігається в окремому полі структури *Zayavka*, обирається випадково. Для кожної заявки можна відслідковувати час надходження, час передачі до іншого відділу (якщо потрібно) та час виходу з системи, а також бачити, в якій черзі наразі знаходиться заявка.

Програмна розробка дозволяє імітувати роботу системи масового обслуговування, а також давати рекомендації по збільшенню кількості працівників, якщо задано параметр «Дозволений час (сек.)». Цей параметр описує максимальний дозволений час знаходження заявки в системі. Програма також може виводити функціональні характеристики системи.

Оскільки імітація роботи системи масового обслуговування

дозволяє розглядати роботу системи в перспективі, швидкість надходження заявок та їх обробки було збільшено в 60 разів.

При першому тестуванні програми використовувалася така кількість працівників відділів: 5 працівників служби технічної підтримки та по одному працівнику інших відділів. Швидкість надходження заявок до системи в середньому дорівнює 30 хвилинам (30 сек. у прискореному темпі). Швидкість обробки заявки є такою для різних відділів:

- відділ технічної підтримки = 7 секунд;
- відділ розробки = 27 секунд;
- відділ інженерів = 25 секунд;
- відділ скарг = 22 секунди;
- менеджери = 37 секунд.

Було поставлено задачу: привести систему масового обслуговування у стан, при якому заявки будуть знаходитись у кожній черзі не більше, ніж зазначено нижче:

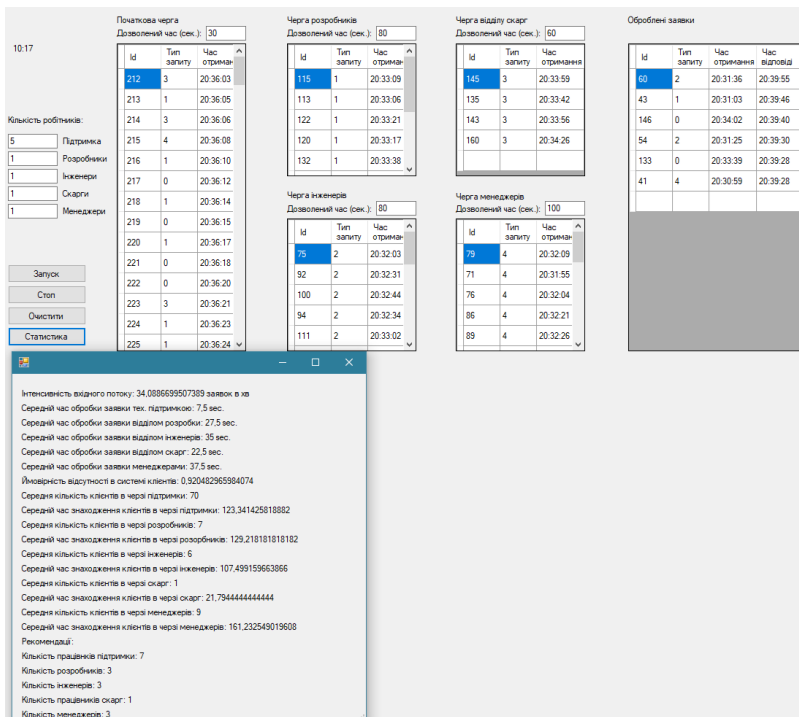
- у черзі відділу технічної підтримки – 30 секунд;
- у черзі розробників – 80 секунд;
- у черзі інженерів – 80 секунд;
- у черзі відділу скарг – 60 секунд;
- у черзі менеджерів – 100 секунд.

При дослідженні функціональних характеристик системи було зроблено висновок, що за таких умов система масового обслуговування починає переповнюватися. Такий висновок було зроблено спираючись на функціональні характеристики, а також на візуальне спостереження за чергами (рис. 2).

Було використано функцію програми для визначення необхідної кількості працівників для досягнення поставленої умови. Програмою було зроблено рекомендацію щодо збільшення кількості працівників.

Кількість працівників було змінено таким чином.

- Кількість працівників служби технічної підтримки – 7;
- кількість розробників – 3;
- кількість інженерів – 3;
- кількість працівників відділу скарг – 1;
- кількість менеджерів – 3.



**Рисунок 2 – Результат роботи програми через 5 хвилин**

При подальшому проведенні дослідження було встановлено, що при такій зміні кількості працівників роботу системи було покращено. Але, оскільки система масового обслуговування компанії є багатофазною, при змінній кількості працівників служби технічної підтримки змінилася інтенсивність вхідного потоку до інших черг. Таким чином, у черзі відділу скарг сталося переповнення. Тому було вирішено ще раз скористатися функцією підрахунку необхідної кількості працівників. Програмою було надано такі рекомендації щодо кількості працівників:

- кількість працівників служби технічної підтримки – 7;
- кількість розробників – 3;
- кількість інженерів – 3;
- кількість працівників відділу скарг – 3;
- кількість менеджерів – 3.

На наступному етапі було перевірено правильність результатів програми щодо кількості працівників (рис. 3). Було зроблено висновок, що вказаної кількості працівників достатньо для забезпечення коректної та оптимальної роботи системи масового обслуговування в хостинговій компанії. Такий висновок було зроблено на основі функціональних характеристик системи, які відповідають поставленим умовам задачі, а також візуального спостереження за чергами системи.

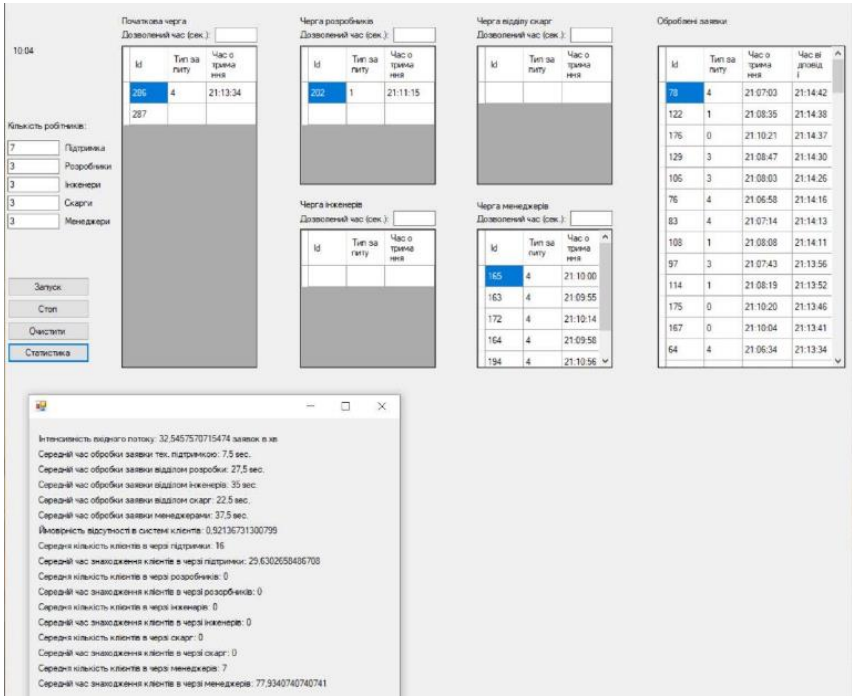


Рисунок 3 – Кінцевий результат роботи програми

**Висновки.** Розроблена програма-симулятор системи масового обслуговування в хостинговій компанії дозволила зробити висновки щодо оптимальності роботи системи та оптимізувати її. Незважаючи на те, що програма була спеціально розроблена для конкретного випадку, вона може бути використана для дослідження роботи інших компаній, які працюють за такою самою схемою.

## Бібліографічні посилання

1. Python для обучения научной информатике: Моделирование систем массового обслуживания. URL: <https://habr.com/ru/post/347406> (дата звернення: 14.11.2020).
2. Жерновий Ю. Создание моделей систем обслуживания в среде GPSS World: уч. пособие. Palmarum Academic Publishing. 2014. 198 с.
3. «Слава ЖПСС!» или вспоминаем про GPSS World. URL: <https://habr.com/ru/post/488608/> (дата звернення: 14.11.2020).
4. GPSS World – новый мир в системе имитационного моделирования. URL: [http://gpss.ru/paper/kudashov/index\\_w.html](http://gpss.ru/paper/kudashov/index_w.html) (дата звернення: 14.11.2020).
5. Балдин К. В., Башлыков В. Н., Рукосуев А. В. Основы теории вероятностей и математической статистики: учебник. Москва, 2016. 489 с.
6. Hamdy A. Taha. Operations Research: An Introduction, 7th edition. Pearson Education, Inc., 2005. 912 p.

*Надійшла до редколегії 15.11.2020.*