УДК 004.031.42

Одарущенко О. Б., к.т.н., доцент,
Боряк Д.В., магістрант
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ЗАПИСІВ ПАЦІЄНТІВ НА ПРИЙОМ ДО МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ В РЕЖИМІ ONLINE З УРАХУВАННЯМ ЗМІННОГО ШТАТУ ЛІКАРІВ

Анотація. *У статті розглянуті засоби розробки сервісу управління записів до лікаря. Мета роботи полягає в розроблення програмної системи керування записів пацієнтів на прийом до медичного закладу, а також побудова системи масового обслуговування для її дослідження та оптимізації.*

Ключові слова: *система масового обслуговування, медичний заклад, запис онлайн до лікарні*

Вступ

Система масового обслуговування — система, яка виконує обслуговування вимог, що надходять до неї. Обслуговування вимог у системах масового обслуговування проводиться обслуговуючими приладами.

Завдання організації масового обслуговування виникають практично у всіх сферах людської діяльності, наприклад обслуговування продавцями покупців в магазинах, обслуговування відвідувачів на підприємствах громадського харчування, забезпечення телефонних розмов на телефонній станції, надання медичної допомоги хворим в поліклініці і т.д . В усіх наведених прикладах виникає необхідність в задоволенні запитів великої кількості споживачів.

Перераховані завдання можна успішно вирішувати за допомогою методів і моделей спеціально створеної для цих цілей теорії масового обслуговування. У цій теорії пояснюється, що обслуговувати необхідно кого-небудь або що-небудь, що визначається поняттям «заявка на обслуговування», а операції обслуговування виконуються будь-ким або чим-небудь, званими каналами обслуговування. Роль заявок в комерційній діяльності виконують товари, відвідувачі, гроші, ревізори, документи, а роль каналів обслуговування - продавці, адміністратори, кухарі, кондитери, офіціанти, касири, товарознавці, вантажники, торгове обладнання та ін. Важливо зауважити, що в одному варіанті, наприклад, кухар в процесі приготування страв є каналом обслуговування, а в іншому - виступає в ролі заявки на обслуговування, наприклад до завідуючого виробництвом за отриманням товару.

У даній роботі розглядається система масового обслуговування та online система керування записами до лікаря, основні поняття теорії масового обслуговування та фактори які впливають на результат оптимальної роботи СМО. Детально прораховується ймовірності відсутності пацієнтів, появи черги, середня довжина черги та кількість обслугованих пацієнтів

Об’єктом практичного дослідження є створення програмної системи керування та адміністрування записів пацієнтів на прийом до медичного закладу

Актуальністю роботи є необхідність автоматизації записів пацієнтів на прийом, з умовою максимального продуктивної роботи медичного закладу

Основні поняття і класифікація систем масового обслуговування

Моделі масового обслуговування ефективно використовують для обґрунтування рекомендацій щодо раціональної організації роботи систем масового обслуговування, елементами яких є вхідний потік заявок, черга, потік необслугованих заявок, канали обслуговування, потік обслужених заявок. Сутність даних параметрів полягає в наступному: вимога (заявка) - це кожен

окремий запит на виконання певної роботи або задоволення потреби, наприклад: консультація пацієнта; черга представляє собою сукупність вимог, які очікують обслуговування; канали обслуговування - це технічні пристрої або персонал, який виконує відповідні функції (лікарі); потік вхідних вимог (заявок) - це послідовність однорідних подій, наступних одне за іншим в якісь випадкові моменти часу.

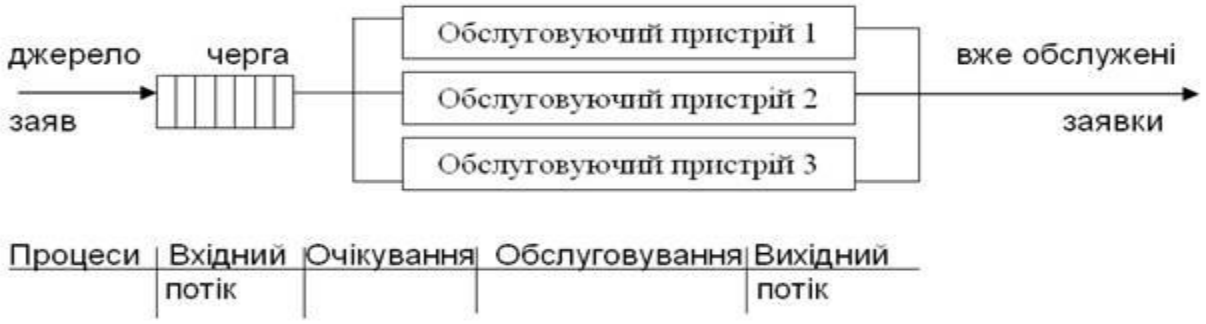

Рис. 1 – Загальна структурна схема системи масового обслуговування

Якщо вимоги надходять через певні рівні проміжки часу, то потік називається регулярним. Сукупність, в якій послідовно пов'язані потік вимог, черга і канали обслуговування, є системою масового обслуговування. На основі математичних моделей систем масового обслуговування досліджуються кількісні зв'язки між числом каналів обслуговування, їх продуктивністю, режимом роботи, характеристиками вхідного потоку вимог і показниками (критеріями) ефективності функціонування систем.

Залежно від ключової властивості системи масового обслуговування діляться на одноканальні і багатоканальні системи; системи з відмовою в обслуговуванні та системи з очікуванням заявок в черзі, як було зазначено вище; однофазні і багатофазні системи; системи з однорідними і гетерогенними вузлами; системи з різними дисциплінами обслуговування заявок. Моделі систем масового обслуговування розрізняються залежно від природи описуваних явищ за структурою основних параметрів.

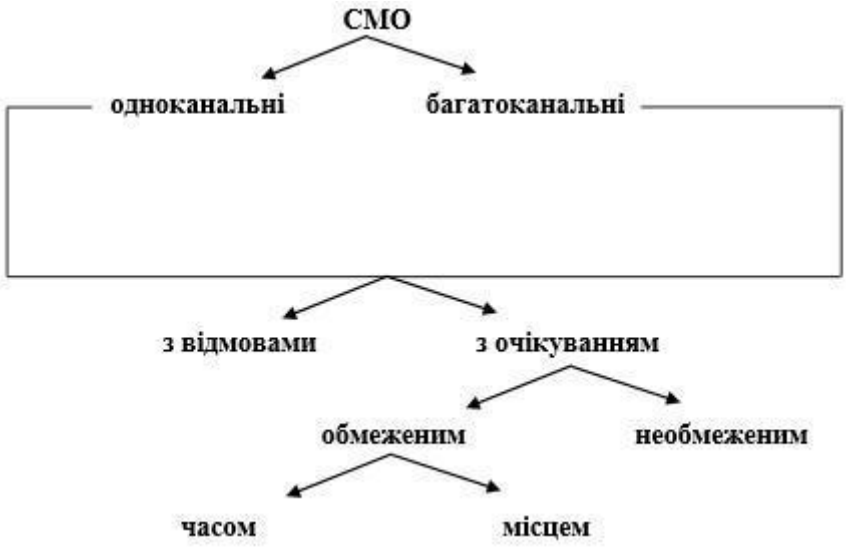

Рис. 2 – Класифікація систем масового обслуговування

Можлива також організація вибору з черги за параметрами. На чергу можуть накладатися обмеження по довжині черги або за часом перебування в ній. Наприклад, якщо в черзі перебуває понад певної кількості вимог, то нова вимога, яка надійшла, залишає систему; або, якщо час перебування в черзі більше трьох хвилин, то вимога залишає систему.

Черга може бути з обмеженою кількістю місць очікування в ній - це так званий буфер.

Моделювання системи масового обслуговування медичного закладу

В процесі аналізу особливостей функціонування медичного закладу слід зазначити, що процес обслуговування клієнтів має свої особливості, які необхідно враховувати при дослідженні потоків пацієнтів як елементів системи масового обслуговування.

При обслуговуванні пацієнта проводяться такі дії, як обстеження пацієнта, формування діагнозу з організацією планування лікувальних заходів та проведення консультацій. При оперуванні пацієнта також проводяться консультації, але вони потребують дещо іншого підходу і часу, потрібного для їх проведення.

Загальна система роботи лікарів з пацієнтами має умовну циклічну структуру, етапи якої та шляхи інформаційних потоків наведено на рис.4.

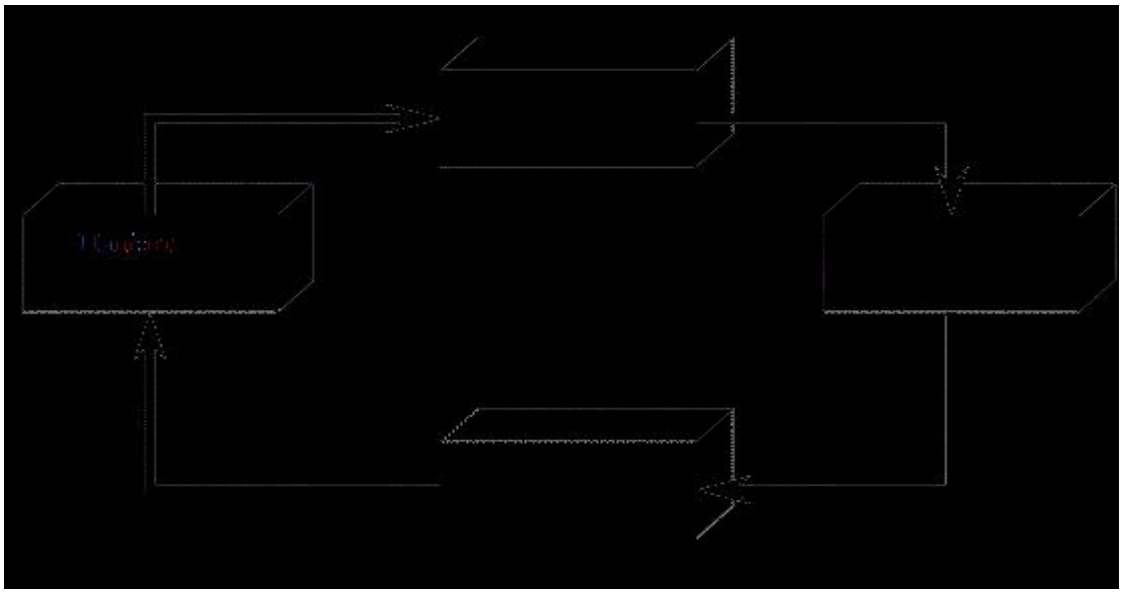

Рис. 4 – Діаграма інформаційних потоків обслуговування пацієнтів в медичному закладі

Враховуючи вищезазначене, послуги, які надаються медичним закладом слід поділити на три різновиди:

1. Консультація

2. Операція

3. Післяопераційна консультація

Тому, слід обрати фазову модель системи масового обслуговування, яка передбачає проходження кожною вимогою певних етапів.

Графічне зображення системи масового обслуговування пацієнтів лікарні наведено на рис.5.

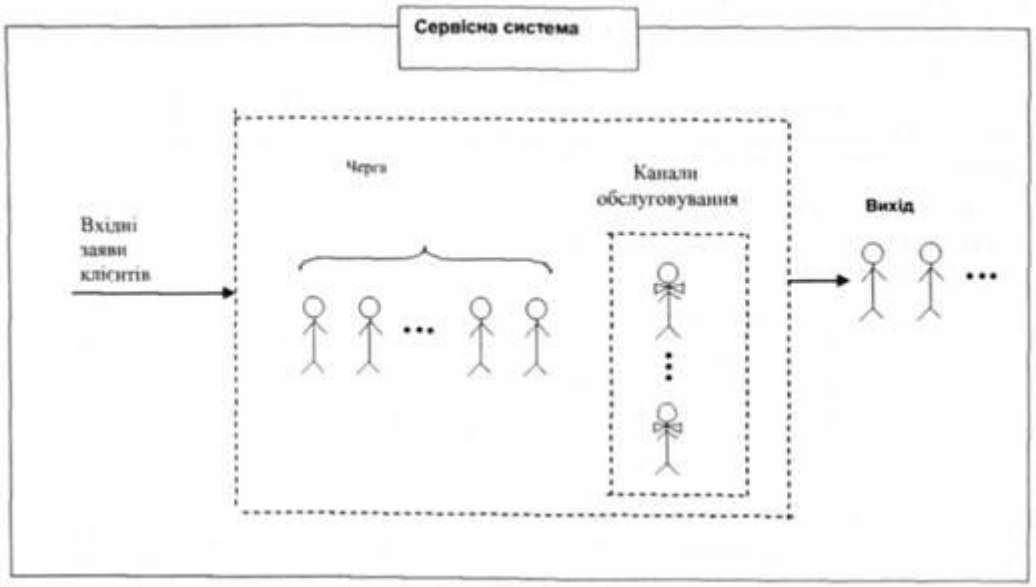

Рис. 5 – Умовне графічне зображення процесу прийому пацієнтів лікарні

Зважаючи на те, що кожен пацієнт лікарні має отримати обслуговування, то вид системи представляє собою систему масового обслуговування з чергою.

Обмежень в кількості прийнятих пацієнтів немає, тому обрано систему з необмеженою чергою.

Зважаючи на те, що пацієнти можуть пройти декілька стадій обслуговування вимог в разі якщо вони потребують операції, система масового обслуговування прийнята фазовою. Фази обслуговування пацієнтів наведено на рисунку:

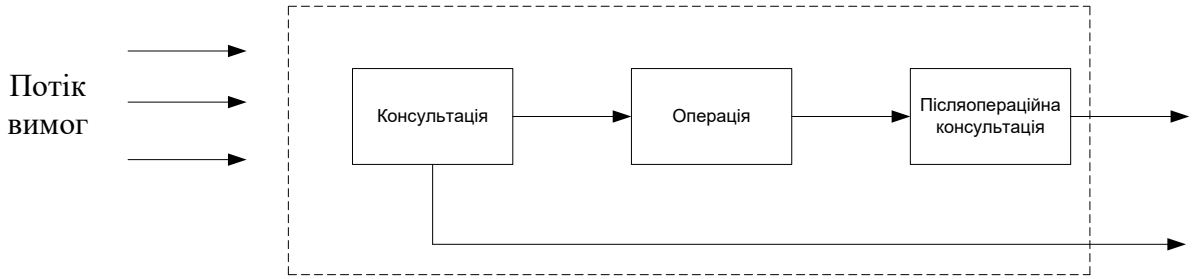

Рис. 6 - Фази обслуговування пацієнтів

Одночасно в лікарні проводиться прийом двома лікарями, які здійснюють обслуговування вхідних заявок, тобто пацієнтів, отже тип системи масового обслуговування - багатоканальний.

Таким чином, обрано багатоканальну фазову систему масового обслуговування з необмеженою чергою.

Розрахунок параметрів системи масового обслуговування медичного закладу

Серед показників ефективності функціонування системи масового обслуговування можна вибрати три основні групи показників:

1. Показники ефективності використання системи масового обслуговування:

- Абсолютна пропускна спроможність системи масового обслуговування - середнє число заявок, яке може обслужити система в одиницю часу.
- Відносна пропускна спроможність системи масового обслуговування - відношення середнього числа заявок, які обслуговуються система в одиницю часу, до середнього числа заявок, які надійшли за цей же
- Середня тривалість періоду зайнятості системи масового обслуговування.
- Коефіцієнт використання системи масового обслуговування - середня частка часу, протягом якого система зайнята обслуговуванням заявок, і т.п.

2. Показники якості обслуговування заявок:

- Середній час очікування заявки в черзі.
- Середній час перебування заявки в системи масового обслуговування.
- Імовірність відмови заявці в обслуговуванні без очікування.
- Імовірність того, що знову надійшла заявка негайно буде прийнята до обслуговування.
- Закон розподілу часу очікування заявки в черзі.
- Закон розподілу часу перебування заявки в системі масового обслуговування.
- Середнє число заявок, що знаходяться в черзі.
- Середнє число заявок, що знаходяться в системі масового обслуговування.

3. Показники ефективності функціонування пари «система масового обслуговування - клієнт », де під клієнтом розуміють всю сукупність заявок або певне їх джерело. До числа таких показників відноситься, наприклад, середній дохід, принесений системі в одиницю часу.

Для характеристики системи масового обслуговування лікарні обрано наступні показники:

1. Ймовірність відсутності пацієнтів

2. Ймовірність появи черги

3. Середня довжина черги

4. Середня кількість обслугованих пацієнтів

5. Середня кількість пацієнтів у черзі

6. Середній час очікування в черзі Розрахунок для фази консультації має такі початкові дані: проведено для 10 пацієнтів на консультацію в день, з урахуванням того, що для прийому кожного пацієнта в середньому необхідно 0,3 години, а в лікарні одночасно працює 2 лікаря. Вважаємо, що час роботи лікарні дорівнює 8 годинам на добу, з яких 3 години приділяється консультації пацієнтів.

Отже, інтенсивність потоку заявок: λ= 10 доба$^{-1}$= 3 год$^{-1}$, інтенсивність потоку обслуговування μ = 0,3 год$^{-1}$, кількість каналів в системі n = 2, $\rho=\lambda/\mu=3/0,3=9$.

1. Ймовірність відсутності пацієнтів дорівнює:

$$p_0 = \left[\sum_{k=1}^{n} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!\,(n-\rho)}\right]^{-1} = \left[\frac{9}{1} + \frac{81}{2} + \frac{243}{2(2-9)}\right]^{-1} = 0{,}031$$

2. Ймовірність появи черги:

$$p_k = \frac{p^k}{k!} \cdot ppp = \approx 1$$

$$p_k = \frac{p^k}{k!} \cdot p_0 = \frac{81}{2} 0{,}031 \approx 1$$

3. Середня довжина черги розраховується наступним чином:

$$L_{\text{оч}} = \frac{p^{n+1}}{n \cdot n! \cdot (1 - \frac{p}{n})^2} \cdot p_0 = \frac{9^3}{4(1 - \frac{9}{2})^2} \cdot 0{,}031 = 0{,}15$$

4. Середня кількість обслугованих пацієнтів:

$$L_{\text{обс}} = \rho = 9$$

5. Середня кількість пацієнтів у черзі:

$$L_{\text{смо}} = L_{\text{оч}} + L_{\text{обс}} = 9 + 0{,}15 \approx 9$$

6. Середній час очікування в черзі розраховано за формулою:

$$T_{\text{оч}} = \frac{\rho^n}{n \cdot \mu \cdot n! \cdot (1 - \frac{\rho}{n})^n} \cdot p_0 = \frac{L_{\text{оч}}}{\lambda} = \frac{0{,}15}{3} = 0{,}05 \text{ год.} = 3\text{хв.}$$

Розрахунок для фази операції має такі початкові дані: проведено розрахунок для 6 пацієнтів на операцію в день, з урахуванням того, що для прийому кожного пацієнта в середньому необхідно 1 година, а в лікарні одночасно працює 2 лікаря. Вважаємо, що час роботи лікарні дорівнює 8 годинам на добу, з яких 3 години приділяється на операцію.

Отже, інтенсивність потоку заявок: $\lambda = 6\text{доба}^{-1} = 2\text{год}^{-1}$, інтенсивність потоку обслуговування $\mu = 1\text{год}^{-1}$, кількість каналів в системі $n=2$, $\rho = \lambda/\mu = 2/1 = 2$.

1. Ймовірність відсутності пацієнтів дорівнює:

$$p_0 = \left[\sum_{k=1}^{n} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!\,(n-p)}\right]^{-1} = \left[\frac{2}{1} + \frac{4}{2} + \frac{4}{2(2-1)}\right]^{-1} = 0{,}17$$

2. Ймовірність появи черги:

$$p_k = \frac{p^k}{k!} \cdot p_0 = \frac{4}{2} \cdot 0{,}17 \approx 0{,}34$$

3. Середня довжина черги розраховується наступним чином:

$$L_{\text{оч}} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n! \cdot (1 - \frac{\rho}{n})^2} \cdot p_0 = \frac{2^3}{4\left(1 - \frac{4}{2}\right)^2} \cdot 0{,}17 = 0{,}34$$

4. Середня кількість обслугованих пацієнтів:

$$L_{\text{обс}} = \rho = 2$$

5. Середня кількість пацієнтів у черзі:

$$L_{\text{смо}} = L_{\text{оч}} + L_{\text{обс}} = 2 + 0{,}34 \approx 2$$

6. Середній час очікування в черзі розраховано за формулою:

$$T_{\text{оч}} = \frac{\rho^n}{n \cdot \mu \cdot n! \cdot (1 - \frac{\rho}{n})^n} \cdot p_0 = \frac{L_{\text{оч}}}{\lambda} = \frac{0{,}34}{2} = 0{,}17 \text{ год.} = 10{,}2\text{хв.}$$

Розрахунок для фази післяопераційної консультації має такі початкові дані: проведено розрахунок для 6 пацієнтів в день, з урахуванням того, що для прийому кожного пацієнта в середньому необхідно 0,25 година, а в лікарні одночасно працює 2 лікаря. Вважаємо, що час роботи лікарні дорівнює 8 годинам на добу, з яких 2 години приділяється на післяопераційну консультацію.

Отже, інтенсивність потоку заявок: $\lambda = 6\text{доба}^{-1} = 3\text{год}^{-1}$, інтенсивність потоку обслуговування $\mu = 0{,}25\text{год}^{-1}$, кількість каналів в системі $n=2$, $\rho = \lambda/\mu = 3/0{,}25 = 12$.

1. Ймовірність відсутності пацієнтів дорівнює:

$$p_0 = \left[\sum_{k=1}^{n} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!\,(n-\rho)}\right]^{-1} = \left[\frac{12}{1} + \frac{144}{2} + \frac{1728}{2(2-12)}\right]^{-1} = 0{,}41$$

2. Ймовірність появи черги:

$$p_k = \frac{p^k}{k!} \cdot p_0 = \frac{12}{2} \cdot 0{,}41 \approx 1$$

3. Середня довжина черги розраховується наступним чином:

$$L_{\text{оч}} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n! \cdot (1 - \frac{\rho}{n})^2} \cdot p_0 = \frac{12^3}{4\left(1 - \frac{12}{2}\right)^2} \cdot 0{,}41 = 0{,}6$$

4. Середня кількість обслугованих пацієнтів:

$$L_{\text{обс}} = \rho = 6$$

5. Середня кількість пацієнтів у черзі:

$$L_{\text{смо}} = L_{\text{оч}} + L_{\text{обс}} \approx 6$$

6. Середній час очікування в черзі розраховано за формулою:

$$T_{\text{оч}} = \frac{\rho^n}{n \cdot \mu \cdot n! \cdot (1 - \frac{\rho}{n})^n} \cdot p_0 = \frac{L_{\text{оч}}}{\lambda} = \frac{0{,}6}{3} = 0{,}2 \text{ год.} = 12\text{хв.}$$

Розраховані параметри показали, що при наявності зазначених початкових умов та відповідним чином змодельованої системи масового обслуговування прийом пацієнтів є ефективним з точки зору часових

показників, так як середній час очікування в черзі на консультацію не перевищує 5 хвилин, а час очікування операції та післяопераційної консультації складає 10 і 12 хвилин відповідно.

Висновок

У даній роботі були розглянуті теоретичні аспекти систем масового обслуговування, основні поняття теорії моделювання, математична теорія систем масового обслуговування. Детально вивчений процес моделювання та розрахунку систем масового обслуговування для їх подальшої оптимізації.

Практичний аналіз системи масового обслуговування розглядався на прикладі побудови та оптимізації математичної моделі, та розробки системи для керування записами пацієнтів. У результаті практичної реалізації було встановлено, що на поточний момент медичній заклад з математичної точки розу, працює оптимально, так як середній час очікування в черзі на консультацію не перевищує 5 хвилин, а час очікування операції та післяопераційної консультації складає 10 і 12 хвилин відповідно. Система для online запису підійшла для медичного закладу згідно з критеріями які були встановлені перед початком роботи, і зараз наповнюється реальними даними пацієнтів щоб її активувати для звичайних користувачів.

В подальшому, планується допрацювати систему керування записами, щоб можна було сформувати звіт для кожного лікаря окремо, розширити можливості записів пацієнтів на різні операції та створити додатки для мобільних пристроїв з можливістю чату із представником медичного закладу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. — 208 с.

2. Теория очередей и управление запасами /Ю. И. Рыжиков. – Санкт-Петербург: Питер,2001. – 384 с.

3. Численные методы анализа систем и сетей массового обслуживания / А.Д. Хомоненко. – Санкт-Петербург: МО СССР, 1991. – 179 с.

4. Распределение числа требований в системе массового обслуживания «с разогревом» /Ю. И. Рыжиков // Проблемы передачи информации. – 1973. – Т. IX. Вып. 1. – С. 88–97.

5. Модель оценки оперативности функционирования распределённых автоматизированных систем при интеграции данных / С.В. Калиниченко, А.Д. Хомоненко // Бюллетень результатов научных исследований: электронный научный журнал. – Санкт-Петербург : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2012. – Вып. 5 (4). – С. 47–57.

6. Итерационный метод расчёта многоканальных систем с произвольным законом обслуживания / Ю. И. Рыжиков, А. Д. Хомоненко //Проблемы управления и теории информации. 1980. – Т. 9, № 3. – С. 32–38.

Authors:
Olena Odarushenko, Denis Boriak

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR MANAGING AND ADMINISTERING RECORDS OF PATIENTS FOR ADMISSION TO A MEDICAL INSTITUTION IN AN ONLINE MODE, TAKING INTO ACCOUNT THE CHANGING STAFF OF DOCTORS

Abstract. In the article the methods of working out of the service of management of records to the doctor are considered. The purpose of the work is to develop a software system for managing records of patients for admission to a medical institution, as well as building a mass service system for its research and optimization.

Keywords: mass service system, medical institution, online recording to the hospital.

Авторы:
Е. Б. Одарущенко, Д.В. Боряк

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ЗАПИСЕЙ ПАЦИЕНТОВ НА ПРИЕМ В МЕДИЦИНСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ В РЕЖИМЕ ONLINE С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННОГО ШТАТА ВРАЧЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрены методы разработки сервиса управления записей к врачу. Цель работы заключается в разработке программной системы управления записей пациентов на прием в медицинское учреждение, а также построение системы массового обслуживания для ее исследования и оптимизации.

Ключевые слова: система массового обслуживания, медицинское учреждение, запись онлайн в больницу.