

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ ССУЗ

Славинский Г. А., Нестеренков С. Н.

Кафедра информатики, Отдел информационных технологий,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

E-mail: gr.slavin.sci@mail.ru, s.nesterenkov@bsuir.by

В данной статье, с помощью методов теории массового обслуживания, определены оптимальные параметры системы обслуживания на примере приемной комиссии, что была рассмотрена как многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. От применения результатов исследования ожидается достижение наиболее эффективной работы и минимизация времени ожидания в очереди.

ВВЕДЕНИЕ

Теория массового обслуживания – одно из направлений теории вероятностей, объектами ее изучения являются системы и сети массового обслуживания, в качестве которых рассматриваются различные системы, предназначенные для обслуживания массового потока требований случайного характера [1].

Цель методов теории массового обслуживания состоит в определении оптимальной структуры и параметров обслуживающей системы для обеспечения оптимизации процессов и улучшения качества обслуживания.

Существуют сравнительно простые математические модели, позволяющие изучать процессы в разных предметных областях: промышленное производство, сервисные центры, логистика, компьютерные сети, или – вступительная кампания.

Выделенная проблема – необходимость обработать неограниченный поток заявок случайного характера со стороны абитуриентов в приемную комиссию среднего специального учебного заведения, вместе с чем происходит увеличение времени ожидания в очереди.

Исследование посвящено возможности использования данных об интенсивности поступления и интенсивности потока обслуживания заявок, поступающих в приемную комиссию. В статье приемная комиссия рассматривается как многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. Целью исследования является определение оптимальных параметров для наиболее эффективной работы комиссии, минимизации времени ожидания.

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Под входными параметрами подразумеваются:

- Количество каналов, то есть членов приемной комиссии;
- Интенсивность поступления заявок, то есть количество обращений абитуриентов в единицу времени.

- Интенсивность обслуживания заявок, то есть время на обработку одного обращения, затрачиваемое членом приемной комиссии.

Параметры интенсивности были определены с помощью программного модуля, реализованного в рамках веб-приложения для автоматизации работы приемной комиссии [2].

Для получения интенсивностей, в рамках реляционной базы данных веб-приложения, была реализована дополнительная таблица, включающая в себя следующие поля:

- Абитуриент – внешний ключ, устанавливающий связь с таблицей «Абитуриенты», позволяет идентифицировать заявку;
- Пользователь – внешний ключ, устанавливающий связь с таблицей «Пользователи», позволяет идентифицировать члена приемной комиссии принявшего пакет документов.
- Начало обслуживания – время, когда член приемной комиссии нажал на кнопку «Начать прием документов», что повлекло внесение данных в таблицу.
- Конец обслуживания – время, когда член приемной комиссии зарегистрировал представленные в комиссию документы и завершил процедуру обслуживания заявки, что повлекло за собой обновление данных поля в ранее созданной записи.

В рамках исследования, параметры системы были просчитаны с несколькими возможными вариантами значений количества каналов, начиная от минимально возможного, определенного на основе показателей интенсивности.

II. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Приемная комиссия, в рамках исследования, рассматривается как многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. Формулы, необходимые для расчета оптимальных параметров системы, представлены ниже [1].

Вероятность отсутствия заявок в системе:

III. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

$$p_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right)^{-1}.$$

Вероятность наличия в системе очереди из заявок, вероятность того, что хотя бы одна заявка находится в очереди и ожидает обслуживания, равна сумме вероятностей всех состояний системы:

$$P_{och} = \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \rho_0.$$

В рассматриваемой модели, ни одна из пришедших в систему заявок не получает отказа в обслуживании. Если все каналы системы заняты, она становится в очередь. Заявка обязательно должна быть обслужена (при условии, что система справляется с потоком заявок, $\frac{\rho}{n} > 1$). Таким образом, вероятность отказа заявке в обслуживании, обозначаемая как P_{otk} , равна 0.

Из чего следует, что относительная пропускная способность системы, вычисляемая по формуле $Q = 1 - P_{otk}$, равна 1.

Абсолютная пропускная способность, равна интенсивности входящего потока заявок:

$$A = \lambda Q = \lambda.$$

Среднее число заявок, находящихся под обслуживанием, равно среднему числу занятых каналов:

$$L_{ob} = \bar{k} = \rho.$$

Вероятность образования очереди:

$$P_{och} = \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \rho_0.$$

Среднее число заявок в очереди:

$$L_{och} = \frac{n}{n-\rho} P_{och}.$$

Среднее число заявок в системе:

$$L_{sist} = L_{ob} + L_{och} = L_{och} + \rho.$$

Время пребывания заявки в очереди:

$$T_{och} = \frac{L_{och}}{\lambda}.$$

Время пребывания заявки в системе:

$$T_{sist} = \frac{L_{sist}}{\lambda}.$$

Относительная величина затрат:

$$C_{otn} = \frac{n}{\lambda} + 3T_{och}.$$

Рассматриваемая система обслуживания имеет следующие входные данные:

- Интенсивность потока заявок – 4 заявки в час.
- Средняя продолжительность обслуживания заявки – 20 минут.

Количество заявок в минуту, $\lambda = \frac{4}{60} = 0.07$.

Расчета интенсивности канала производится по формуле $\rho = \lambda t_{ob}$, результат $\rho = 1.3$, следовательно, минимальное количество каналов для обслуживания потока заявок, $n_{min} = 2$.

На основе входных данных и представленной математической модели, были произведены расчеты (таблица 1).

Таблица 1 – Результат расчетов параметров эффективности системы

n	2	3	4
p_0	0.200	0.254	0.262
L_{och}	1.067	0.145	0.026
T_{och}	16.000	2.169	0.388
C_{otn}	78.000	51.508	61.165

Исходя из расчетов, можно сделать следующие выводы:

- Минимальное количество членов приемной комиссии, $n_{min} = 2$.
- Оптимальное количество членов приемной комиссии, $n_{opt} = 3$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были определены параметры для оптимальной работы приемной комиссии, что была рассмотрена как многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. Ожидается, что формирование комиссии из 3 человек будет оптимальным решением при рассмотренных значениях интенсивности заявок и времени обслуживания.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория массового обслуживания: учебное пособие / М. А. Плескунов; М-во науки и высшего образования РФ, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 264 с.
2. Славинский, Г. А. Веб-приложение для автоматизации работы приемной комиссии учреждения образования / Г. А. Славинский // Информационные системы и технологии: сборник статей 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники; редкол.: А.И. Парамонов [и др.]. – Минск, 2023. – С. 48–52.
3. Нестеренков, С. Н. Автоматизированная система для организации образовательного процесса на основе нейронных сетей / С. Н. Нестеренков, Н. В. Юценко, А. Д. Радкевич // Актуальные вопросы профессионального образования : тезисы докладов II Международной научно-практической конференции, Минск, 11 апреля 2019 г. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: С. Н. Анкуда [и др.]. – Минск, 2019. – С. 195–196.