

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

На диссертационную работу Виана Карвалью Кравида Илкиаша «Системы с пороговым управлением входящим потоком», представленной к защите в Постоянном Диссертационном Совете ПДС 0200.006 на базе Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. «Теоретическая информатика, кибернетика».

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Виана Карвалью Кравида Илкиаша посвящена исследованию систем массового обслуживания с пороговым управлением входящим потоком заявок с помощью обновления (вероятностный сброс заявок).

Разработка новых алгоритмов активного управления очередью до сих пор является актуальной задачей, несмотря на то, что уже разработано более полусотни различных алгоритмов, большинство из которых относится к алгоритмам семейства RED, что обусловлено бурным развитием современных телекоммуникационных технологий. Механизм обновления, представленный в диссертации, можно рассматривать как один из вариантов активного управления очередью, имеющий свои, ключевые отличия, от уже существующих (сброс из системы происходит не в момент поступления заявки, а в момент завершения обслуживания).

Характеристика содержания диссертационной работы

Объем диссертационной работы равен 151 странице, из которых основной текст работы занимает 139 страниц (без учета списка литературы – 108 страниц). Структурно диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы (190 библиографических наименований) и двух приложений. Также в тексте диссертационной работы приведено 5 таблиц (с результатами имитационного моделирования) и 3 рисунка, описывающих рассматриваемые модели.

Во **Введении** диссертационной работы обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, представлены основные результаты, выносимые на защиту, а также изложены их научная ценность и новизна.

Первая глава диссертационной работы состоит из двух разделов, в первом из которых (раздел 1.1) сделан обзор нескольких десятков алгоритмов активного управления очередями семейства RED, начиная с классических и заканчивая современными моделями. В разделе 1.2. сформулированы и обобщены полученные ранее результаты по системам массового обслуживания с обновлением, так как именно данный механизм вероятностного сброса используется в представленных в главах 2 и 3 пороговых моделях.

Вторая глава диссертационной работы состоит из двух разделов, в каждом из которых сформулирована (на базе системы массового обслуживания $GI/M/1/\infty$) и изучена модель порогового управления вероятностным сбросом принятых в систему заявок. В разделе 2.1. подробно рассмотрена однопороговая модель с безопасной зоной, для которой выведены выражения для расчета как вероятностных характеристик (стационарное распределение по вложенной цепи Маркова числа заявок в системе (разделы 2.1.1. и 2.1.2.), вероятность сброса принятой заявки и вероятность обслуживания принятой заявки (раздел 2.1.3.)). Временные характеристики представлены в разделе 2.1.4 для случая, когда заявки обслуживаются в порядке поступления, и в разделе 2.1.5. для случая обслуживания начиная с последней пришедшей заявки. В разделе 2.2. рассматривается система без безопасной зоны, в которой пороговое значение определяет только момент начала сброса заявок из накопителя. Получено вероятностное распределение вероятностей по вложенной цепи Маркова и представлены уравнения для расчета вероятности обслуживания (вероятности сброса) и временных характеристик.

Третья глава диссертационной работы состоит из четырех разделов, в первом из которых (раздел 3.1.) дано подробное описание системы массового обслуживания $GI/M/1/\infty$ с пороговым управлением сброса произвольного числа заявок из накопителя и областью в накопителе, из которой поступившие в систему заявки не могут быть сброшены. Исследование системы проводится с помощью вложенной по моментам поступления цепи Маркова, для которой в разделе 3.1. представлены элементы матрицы переходных вероятностей по вложенной цепи Маркова. В раздел 3.2. представлены аналитические выражения для расчета стационарного распределения по вложенной цепи Маркова числа заявок в системе. В разделе 3.3. получены, вероятность сброса принятой заявки и вероятность обслуживания принятой заявки. В разделе 3.4. в терминах преобразования Лапласа-Стилтьеса получены выражения для расчета времени пребывания в системе сброшенной заявки, а также обслуженной заявки для случаев, когда заявки обслуживаются и сбрасываются либо в

порядке поступления, либо в инверсионном порядке, начиная с последней поступившей.

В заключении сформулированы и представлены основные результаты диссертационной работы.

В **Приложении А** диссертационной работы для различных начальных значений параметров представлены результаты имитационного моделирования рассмотренных во второй главе однопороговых моделей с полным обновлением как для вероятностных характеристик (вероятность сброса и вероятность обслуживания принятых в систему заявок), так и для временных характеристик (среднее время пребывания в накопителе сброшенной заявки и среднее время ожидания начала обслуживания). Аналогичные результаты приведены и в **Приложении В**, но уже для однопороговой модели с безопасной зоной и обобщенным обновлением, рассмотренной в главе 3.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность сформулированных в диссертации результатов следует из того, что при построении и анализа исследуемых систем массового обслуживания использовались хорошо известные и точные математические методы теории вероятностей, теории случайных процессов, теории массового обслуживания. Также достоверность полученных в диссертационной работе теоретических результатов подтверждается при ряде упрощающих предположений соответствием результатам, полученным ранее для систем с обновлением.

Научная новизна данной диссертационной работы состоит в том, что для изученных ранее систем массового обслуживания с вероятностным сбросом принятых в систему заявок (полное и обобщенное обновление) был применен механизм порогового управления вероятностным сбросом.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Все результаты диссертации являются обоснованными. Они получены при помощи строгих математических доказательств, использующих методы теории вероятностей и теории случайных процессов. Обоснованность также подтверждена приведенными в диссертационной работе доказательствами.

Ценность результатов работы для науки и практики

Полученные в рамках проведенного исследования и представленные в диссертационной работе результаты, несомненно, имеют научную ценность, так как получены новые модели систем с обновлением, обобщающие уже

известные результаты. Практическая же ценность состоит в том, полученные результаты позволяют оценивать эффективность функционирования систем с потерей поступающих или уже принятых данных. Кроме того, исследуемый пороговый механизм обновления может быть использован в качестве алгоритма активного управления очередью при выборе оптимального набора начальных параметров.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Результаты исследований, проведенных в рамках диссертационной работы, в достаточной мере были представлены на международных и всероссийских конференциях и опубликованы в 13 научных работах, причем 5 публикаций были в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science, а 2 публикации были сделаны в научных журналах, включенных в Перечень РУДН/ВАК.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью и правильно отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В разделе 2.2. второй главы представленные выражения для вероятности обслуживания и сброса поступившей заявки, среднего времени ожидания начала обслуживания и среднего времени до сброса принятой в систему заявки не приведены до удобного для численных расчётов вида.
2. В третьей главе в разделах 3.4.1. и 3.4.2. представлены временные характеристики для двух из возможных четырех комбинаций вариантов обслуживания и сброса заявок: в порядке поступления либо в инверсионном порядке. Желательно было бы рассмотреть варианты, когда заявки обслуживаются в порядке поступления, а сбрасываются, начиная с последней пришедшей, либо заявки обслуживаются с последней пришедшей, а сбрасываются с первой пришедшей.
3. В работе не представлены графики поведения основных характеристик, рассмотренных во второй и третьей главах систем (по результатам проведения имитационного моделирования).
4. Не представлено сравнение аналитических результатов моделей второй и третьей глав с результатами имитационного моделирования.

5. В диссертационной работе присутствуют опечатки и стилистические ошибки.

Сделанные выше замечания не снижают научную ценность полученных в диссертационной работе результатов.

Заключение

Диссертационное исследование Виана Карвалью Кравида Илкиаша на тему «Системы с пороговым управлением входящим потоком» по содержанию, выводам и результатам является целостной и законченной научно-квалификационной работой, в которой предложено новое решение научной задачи, связанной с пороговым управлением входящим потоком данных, что имеет важное значение для разработки математических моделей для анализа и оценки эффективности функционирования систем с реализованным управлением входящим трафиком во избежание возможных перегрузок.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № УС-12 от 03.07.2023г., а её автор, Виана Карвалью Кравид Илкиаш, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. «Теоретическая информатика, кибернетика».

Официальный оппонент,
доцент кафедры «Сети связи и систем коммутации», МТУСИ

к.т.н., доцент

Степанов М. С.

12.08.2024

Подпись руки Степанова М.С. заверяю

Проректор по науке МТУСИ

д.т.н., профессор

Ю.Л. Леохин

Степанов Михаил Сергеевич, кандидат технических наук по специальности 05.12.13 – системы, сети и устройства телекоммуникаций, доцент кафедры «Сети связи и системы коммутации», Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». Адрес: 111024, г. Москва, Авиамоторная ул., 8а
Тел.: (495) 957-77-31
E-mail: mtuci@mtuci.ru