

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 519.872

ДУДИН
Сергей Александрович

СТОХАСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ С
УПРАВЛЯЕМЫМ ДОСТУПОМ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 05.13.01 – системный анализ,
управление и обработка информации

Минск, 2010

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

Работа выполнена в Белорусском государственном университете.

Научный руководитель – Клименок Валентина Ивановна,
доктор физико-математических наук, доцент,
главный научный сотрудник НИЛ
прикладного вероятностного анализа
факультета прикладной математики
и информатики
Белорусского государственного университета.

Официальные оппоненты: Апанасович Владимир Владимирович,
доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой
системного анализа
факультета радиофизики и электроники
Белорусского государственного университета.

Паньков Андрей Витальевич
кандидат физико-математических наук,
доцент, доцент кафедры стохастического
анализа и эконометрического моделирования
факультета математики и информатики
Гродненского государственного
университета имени Янки Купалы.

Оппонирующая организация – УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Защита состоится **10 декабря** 2010 года в **14.30** часов на заседании совета по защите диссертаций Д.02.01.14 в Белорусском государственном университете по адресу: 220030, г. Минск, ул. Ленинградская, 8 (юридический факультет), ауд. 407. Телефон ученого секретаря – (017) 209-57-09.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Белорусского государственного университета.

Автореферат разослан « 8 » ноября 2010 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
доктор физико-математических наук

 Сасчук В.А.

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Теория массового обслуживания (ТМО) является важным разделом системного анализа, который изучает класс математических моделей, называемых стохастическими системами обслуживания или системами массового обслуживания (СМО).

Объектом исследования в ТМО являются ситуации, когда имеется некоторый ограниченный ресурс и множество случайно появляющихся запросов на удовлетворение потребности в этом ресурсе. Поскольку ресурс ограничен, некоторые запросы вынуждены ждать начала обслуживания, другие и вовсе получают отказ в обслуживании. Одной из основных целей ТМО является определение таких условий, при которых наименьшее число запросов получило бы отказ в обслуживании и задержка обслуживания была бы минимальной.

При анализе СМО часто предполагают групповой приход запросов. Обычно считают, что в момент прихода группы все запросы из нее прибывают в систему одновременно и решение, принимать или нет группу, основывается на сравнении размера группы с числом свободных мест в системе.

Однако характерной особенностью многих современных телекоммуникационных систем является то, что запросы генерируются группами, но поступление запросов группы в систему распределено во времени. Это происходит в ситуации, когда пользователь системы генерирует запросы, принадлежащие одной группе, через случайные интервалы времени. В таком случае важно предъявлять требования к вероятности отказа или задержке не отдельных запросов, а всей последовательности запросов, сгенерированной пользователем. Необходимо управлять доступом таким образом, чтобы в системе могли работать одновременно максимальное число пользователей при выполнении требований к качеству обслуживания. Вторая и третья главы диссертации посвящены исследованию СМО с групповым поступлением запросов, распределенным во времени, названным в диссертации сессионным.

Во многих современных телекоммуникационных системах обслуживание абонента можно разбить виртуально или физически на две фазы. Для адекватного моделирования таких систем используются тандемные СМО.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию тандемной многолинейной СМО с коррелированными входными потоками и динамически управляемым доступом, в которой решение о приеме запроса на первую фазу тандема зависит от числа запросов на второй фазе в момент прихода. Исследования тандемов с коррелированными потоками начались сравнительно недавно и имеют большую практическую важность.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами, темами

Тема диссертации соответствует направлению «математическое и физическое моделирование систем, структур и процессов в природе и обществе, информационные технологии, создание современной информационной инфраструктуры», входящему в Перечень приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь на 2006-2010 годы, утвержденный Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 мая 2005 г. № 512.

Результаты диссертационного исследования использованы при выполнении в Белорусском государственном университете следующих научно-исследовательских работ:

1. НИР «Стохастические системы и сети обслуживания» в рамках государственной программы фундаментальных исследований «Исследование математических моделей и их применение к анализу систем, структур и процессов в природе и обществе» («Математические модели») на 2006-2010 годы, номер госрегистрации 20061207.
2. НИР «Разработка аналитических средств моделирования и оптимизации процессов передачи информации в сетях с технологией IP и мобильных сотовых сетях связи» в рамках государственной комплексной программы научных исследований «Научные основы информационных технологий и систем» («Инфотех») на 2006-2008 годы, номер госрегистрации 20061225.
3. НИР «Разработка вероятностно-аналитического аппарата для моделирования и оптимизации процессов передачи и обработки информации в современных информационно-телекоммуникационных сетях» в рамках государственной комплексной программы научных исследований «Научные основы информационных технологий и систем» («Инфотех») на 2009-2010 годы, номер госрегистрации 20090555.
4. НИР «Исследование систем массового обслуживания с групповым поступлением запросов, распределенным во времени» в рамках гранта Министерства образования на 2009 год, номер госрегистрации 20090562.
5. НИР «Системы массового обслуживания с управляемым доступом» в рамках гранта Министерства образования на 2010 год, номер госрегистрации 20100255.

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является получение зависимости характеристик производительности систем массового обслуживания с управляемым доступом (тандемных многолинейных систем с коррелированными входными потоками и управляемых систем с сессионным поступлением запросов) от параметров стратегий управления. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Установить вероятностные свойства многомерных цепей Маркова с непрерывным временем, которые моделируют поведение систем массового обслуживания с управляемым доступом.
2. Установить условия существования стационарного режима для систем массового обслуживания с управляемым доступом и бесконечным буфером или повторными вызовами.
3. Разработать алгоритмы нахождения стационарного распределения времени пребывания и вычисления основных характеристик производительности систем массового обслуживания с управляемым доступом.

Объектом исследования являются системы массового обслуживания с управляемым доступом. Предмет исследования – стационарные распределения вероятностей состояний исследуемых систем, времени пребывания в них и их характеристики производительности.

Положения, выносимые на защиту

1. Алгоритмы для нахождения характеристик производительности систем массового обслуживания с сессионным поступлением запросов, с конечным буфером, бесконечным буфером, с повторными вызовами.
2. Формулы для нахождения стационарного распределения времени пребывания произвольной сессии и произвольного запроса в системах массового обслуживания с сессионным поступлением запросов.
3. Условия существования стационарного режима для систем массового обслуживания с сессионным поступлением запросов и бесконечным буфером, с повторными вызовами.
4. Алгоритмы для нахождения стационарного распределения вероятностей состояний и вычисления характеристик производительности тандемных систем массового обслуживания с коррелированными входными потоками и управляемым доступом на первую фазу.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

Личный вклад соискателя

Основные результаты, приведенные в диссертации, получены самостоятельно. Научному руководителю в совместных работах принадлежат постановки задач и обсуждение полученных результатов. Соавтор работ [7, 19] Бабицкий А.В. оказал помощь в компьютерной реализации. Соавторы М.Х. Ли и Ч.С. Ким участвовали в постановке задач и обсуждении полученных результатов.

Апробация результатов диссертации

Основные результаты работы были представлены и обсуждены на научных семинарах кафедры теории вероятностей и математической статистики, 62-67-й научных конференциях студентов и аспирантов Белгосуниверситета (Минск, 2005-2010), 10-й Республиканской научной конференции студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь (Минск, 2006), 2, 4 и 5-й международных конференциях «Информационные системы и технологии» (Минск, 2006, 2008, 2009), на международной научной конференции «Multiple Access Communications - MACOM-2008» (Санкт-Петербург, 2008), на международной научной конференции «X Белорусская математическая конференция» (Минск, 2008), на 20-й международной научной конференции «Современные математические методы анализа и оптимизации информационно-телекоммуникационных сетей» (Минск, 2009), на международной научной конференции «Теория вероятностей, математическая статистика и их приложения» (Минск, 2010).

Опубликованность результатов диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в 26 научных работах. Из них 9 статей в научных журналах, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (общим объемом 11 авторских листов), 1 глава в книге, 3 статьи в сборниках научных трудов, 11 статей в сборниках материалов научных конференций, 2 тезисов.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения и библиографического списка. Полный объем диссертации составляет 118 страниц, в том числе 30 рисунков, занимающих 10 страниц, 5 таблиц, занимающих 2 страницы. Список использованных источников состоит из 96 наименований, включая 26 публикаций соискателя, на 8 страницах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

В диссертации получены новые результаты в области СМО с управляемым доступом. Введен в рассмотрение и исследован новый класс СМО – системы с сессионным поступлением запросов, а также исследован класс тандемных СМО с двумя коррелированными входными потоками и управляемым доступом. В диссертации получены следующие основные результаты:

1. Введены в рассмотрение и исследованы СМО типа: $MAP/PH/1/N - 1$ [6], $MAP/PH/1$ [13], $MAP(PH)/PH/N/R - N$ [5, 9] и $MAP(PH) + MAP/PH/N/R - N$ [8] с управляемым сессионным поступлением запросов и ожиданием. Для всех систем получены алгоритмы нахождения совместного стационарного распределения числа сессий и запросов в системе и формулы для вычисления основных характеристик производительности при фиксированных значениях параметров системы и управляющих параметров. Для систем типа $MAP/PH/1/N - 1$ и $MAP(PH)/PH/1/R - 1$ найдено распределение времени пребывания произвольной и произвольной принятой сессии в системе. Для СМО типа $MAP/PH/1$ с сессионным поступлением запросов в систему получено условие существования стационарного режима и найдено распределение времени пребывания произвольного запроса в системе.

2. Введены в рассмотрение и исследованы СМО с сессионным поступлением запросов и повторными вызовами: системы типа $MAP/M/N/R - N$ [22] с повторными вызовами сессий и $MAP/M/N$ с повторными вызовами запросов [4]. Для этих систем получены условия эргодичности, алгоритмы нахождения стационарного распределения числа запросов и сессий в системе и на орбите, найдены основные характеристики производительности.

3. Решена задача нахождения максимального числа сессий, которые могут находиться в системе одновременно, при выполнении ограничений на вероятности потери принятого запроса и принятой сессии, вероятность блокировки, среднее время пребывания запроса или принятой сессии [3–6, 8–13, 15, 18–24, 26].

4. Исследована тандемная СМО с управляемым доступом и двумя входными коррелированными потоками разнотипных запросов. Найдено стационарное распределение системы и основные характеристики ее производительности. Численно решена задача максимизации функционала качества, который учитывает прибыль от обслуживания запросов и штрафы за потерю запроса на каждой фазе. Результаты численного эксперимента иллюстрируют преимущество предложенной стратегии управления доступом по сравнению с

неограниченным допуском в систему всех поступающих запросов [7, 14, 16, 17, 25].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Результаты диссертации внедрены в Главном информационно-аналитическом центре Министерства образования РБ при решении задачи оценивания производительности, модернизации и оптимизации функционирования компьютерной сети UNIBEL; в учебный процесс при чтении специального курса «Матричные методы теории массового обслуживания» и проведении спецсеминара по теории массового обслуживания для студентов третьего и четвертого курса факультета прикладной математики и информатики Белгосуниверситета, а также при чтении курсов «Основы теории телеграфика, сетей и систем телекоммуникаций» и «Мультисервисные сети телекоммуникаций» для студентов четвертого курса факультета электросвязи Высшего государственного колледжа связи.

Программное обеспечение реализующее полученные в диссертации научные результаты, включено в пакет прикладных программ «SIRIUS-S», разработанный в НИЛ прикладного вероятностного анализа Белгосуниверситета и предназначенный для расчета и оптимизации характеристик систем обслуживания с сессионным поступлением запросов.

Полученные результаты также могут быть использованы для решения следующих практических задач:

1. Оптимизация работы различных реальных систем с сессионным поступлением запросов, например, IP сетей с протоколом *HTTP/1.1*, схемы маршрутизации *SAPOR*, сетей кабельного телевидения и т.д. (главы 2, 3);
2. Нахождение оптимального числа соединений у пользователя, работающего по протоколам *P2P*, *BitTorrent* (главы 2, 3);
3. Улучшение функционирования стационарных и мобильных телефонных сетей (глава 4).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в научных журналах

1. Dudin, S.A. Infinite buffer queueing model with time-phased arrivals / S.A. Dudin, V.I. Klimenok // Applied and Computational Mathematics. – 2007. – Vol. 6, № 2. – P. 265–277.
2. Lee, M.H. An Erlang loss queue with time-phased batch arrivals as a model for traffic control in communication networks / M.H. Lee, S.A. Dudin // Mathematical Problems in Engineering. – 2008. – Vol. 2008. – P. 1–14.
3. Дудин, С.А. Система обслуживания $MAP + MAP/PH/1/N$ с одиночным и сессионным поступлением запросов / С.А. Дудин // Автоматика и телемеханика. – 2009. – Т. 70, № 5. – С. 140–154.
4. Дудин, С.А. Система обслуживания $MAR/M/N$ с сессионным поступлением запросов и повторными вызовами / С.А. Дудин // Проблемы передачи информации. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 85–97.
5. Дудин, С.А. Система обслуживания с фазовым процессом поступления запросов в сессии / С.А. Дудин, В.И. Клименок // Автоматика и вычислительная техника. – Рига. 2009. – № 3. – С. 63–75.
6. Kim, C.S. The $MAR/PH/1/N$ queue with time phased arrivals as model for traffic control in telecommunication networks / C.S. Kim, S.A. Dudin, V.I. Klimenok // Performance Evaluation. – 2009. – Vol. 66. – P. 564–579.
7. Дудин, С.А. Двухфазная система обслуживания с управляемым доступом и коррелированными входными потоками / С.А. Дудин, А.В. Бабицкий // Автоматика и вычислительная техника. – 2009. – № 6. – С. 18–27.
8. Дудин, С.А. Система обслуживания $MAR(PH) + MAR/PH/N/R$ как модель оптимизации работы HTTP сервера с учетом блокировок / С.А. Дудин // Автоматика и телемеханика. – 2010. – Т. 71, № 1. – С. 34–45.
9. Дудин, С.А. Система обслуживания с фазовым процессом поступления запросов в составе сессий / С.А. Дудин // Вестник БГУ, серия 1. – 2010. – № 1. – С. 128–133.

Статьи в других научных изданиях

10. Lee, M.H. Queueing model with time-phased batch arrivals / M.H. Lee, S.A. Dudin, V.I. Klimenok // Lecture Notes in Computer Science. – 2007. – Vol. 4516. – P. 716–730.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

11. Дудин, С.А. Система обслуживания с сессионным поступлением запросов и блокировками / С.А. Дудин, А.В. Бабицкий // Теория вероятностей, математическая статистика и их приложения: сборник научных статей. – Минск: БГУ, 2009. – Выпуск 2. – С. 43–50.

12. Дудин, С.А. Система обслуживания *MAP/PH/1/R* – 1 с сессионным поступлением запросов, функционирующая в случайной среде / С.А. Дудин // Теория вероятностей, математическая статистика и их приложения: сборник научных статей. – Минск: БГУ, 2010. – Выпуск 3. – С. 94–99.

13. Dudin, S.A. Queues with session arrivals as models for optimizing the traffic control in telecommunication networks / S.A. Dudin, M.H. Lee // Trends in Telecommunications Technologies / Ed. by Ch. J. Bouras. – IN-TECH, 2010. – P. 123–144.

Статьи в сборниках материалов научных конференций

14. Дудин, С.А. Тандем многолинейных систем массового обслуживания с управляемым доступом / С.А. Дудин // Труды 62-й Научной конференции студентов и аспирантов БГУ, Минск, Беларусь, 2005. – Минск, 2005. – С. 10–14.

15. Dudin, S.A. *MAP/PH/1/R* queueing model with times-phased batch arrivals / S.A. Dudin, M.H. Lee // Proceedings of the 6th International Workshop on MSPT, Chonbuk National University, Jeonju, Korea, 21 November, 2006. – Jeonju, 2006. – P. 27–34.

16. Kim, C.S. Priority tandem queueing system as a model of operation of a mobile telephone network / C.S. Kim, S.A. Dudin, V.I. Klimenok // Материалы III международной конференции «Информационные системы и технологии», Минск, Беларусь, 1-3 ноября 2006: в двух томах. – Минск, 2006. – Т. 1. – С. 175–180.

17. Kim, C.S. Tandem queueing system as a model of enhanced operation of telephone network / C.S. Kim, V.I. Klimenok, S.A. Dudin // The International Scientific Conference «Problems of Cybernetics and Informatics», Baku, Azerbaijan, October 3-6, 2006: в трех томах. – Baku, 2006. – Vol. 1. – P. 157–160.

18. Dudin, S.A. Multi-server queueing model with time-phased batch arrivals as model for traffic control / S.A. Dudin, M.H. Lee // Proceedings of the 9th International Workshop on MSPT, Chonbuk National University, Jeonju, Korea, 8 December 2007. – Jeonju, 2007. – P. 45–50.

19. Dudin, S.A. Retrial queue with time-phased batch arrivals / S.A. Dudin, A.V. Babitsky // Selected lectures on multiple access and queueing systems, Saint-Petersburg, Russia, June 16-17, 2008. – Saint-Petersburg, 2008. – P. 100–107.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

20. Дудин, С.А. Система с повторными вызовами и с групповым поступлением, распределенным во времени / С.А. Дудин, В.И. Клименок // Материалы IV международной конференции «Информационные системы и технологии», Минск, Беларусь, 4-6 ноября 2008. – Минск, 2008. – С. 205–210.

21. Dudin, S.A. Queueing model with retrial session arrivals / S.A. Dudin, M.H. Lee // Proceedings of the 11th International Workshop on MSPT, Chonbuk National University, Jeonju, Korea, 12 December 2008. – Jeonju, 2008. – P. 33–38.

22. Dudin, S.A. Stability condition for the queueing model with retrial session arrivals and a time buffer / S.A. Dudin // Queues: flows, systems, networks. Proceedings of the International Conference "Mathematical Methods for Analysis and Optimization of Information Telecommunication Networks Minsk, Belarus, 26-29 January 2009. – Minsk, 2009. – № 20. – P. 52–57.

23. Dudin, S.A. Queueing model with session arrivals operating in the random environment / S.A. Dudin, M.H. Lee // Proceedings of the 12th International Workshop on MSPT, Chonbuk National University, Jeonju, Korea, 4 September 2009. – Jeonju, 2009. – P. 25–28.

24. Дудин, С.А. Система обслуживания с групповым поступлением запросов в составе сессий / С.А. Дудин // Материалы V международной конференции «Информационные системы и технологии», Минск, Беларусь, 16-17 ноября 2009: в двух частях. – Минск, 2009. – Часть 1. – С. 23–26.

Тезисы докладов

25. Дудин, С.А. Многолинейная система обслуживания с предварительным обслуживанием и управляемым доступом / С.А. Дудин, В.И. Клименок // Сборник тезисов докладов X научной конференции студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь, Минск, Беларусь, 2005. – Минск, 2005. – С. 171–172.

26. Dudin, S.A. Queueing systems with flow arrival of customers / S.A. Dudin // Международная научная конференция «X Белорусская математическая конференция», тезисы докладов, Минск, Беларусь, 3-7 ноября 2008: в пяти частях. – Минск, 2008. – Часть 5. – С. 25–26.

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

РЕЗЮМЕ

Дудин Сергей Александрович

Стохастические системы обслуживания с управляемым доступом

Ключевые слова: системы массового обслуживания, сессионное поступление запросов, управляемый доступ, коррелированные потоки.

Объектом исследования являются системы массового обслуживания с управляемым доступом. *Предмет исследования* – стационарные распределения вероятностей состояний исследуемых систем, времени пребывания в них и их характеристики производительности. *Целью работы* является получение зависимости характеристик производительности систем массового обслуживания с управляемым доступом от параметров стратегии управления. При исследовании в работе применяются *методы* теории вероятностей, теории массового обслуживания, матричного анализа, методы теории цепей Маркова.

Проведено исследование СМО с сессионным поступлением запросов и тандемных СМО с управляемым доступом. Разработаны алгоритмы для нахождения характеристик производительности систем массового обслуживания с сессионным поступлением запросов с конечным буфером, бесконечным буфером, с повторными вызовами, получены формулы для нахождения стационарного распределения времени пребывания произвольной сессии и произвольного запроса. Найдено условие существования стационарного режима для систем массового обслуживания с сессионным поступлением запросов и бесконечным буфером, для систем с повторными вызовами. С помощью разработанных алгоритмов решена задача нахождения максимального числа сессий, которые могут находиться в системе одновременно, при выполнении требований к качеству обслуживания. Разработаны алгоритмы для нахождения стационарного распределения вероятностей состояний и вычисления характеристик производительности тандемной системы массового обслуживания с коррелированными входными потоками и управляемым доступом на первую фазу в зависимости от состояния второй. Результаты численного эксперимента позволяют проанализировать поведение исследуемой системы, а также иллюстрируют эффективность предложенной стратегии управления доступом.

Результаты диссертации внедрены в Главном информационно-аналитическом центре Министерства образования РБ; в учебный процесс в Белгосуниверситете и Высшем государственном колледже связи. Программное обеспечение, реализующее полученные в диссертации научные результаты, включено в пакет прикладных программ «SIRIUS-S».

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

РЭЗЮМЭ

Дудзін Сяргей Аляксандравіч

Стахастычныя сістэмы абслугоўвання з кіраваным доступам

Ключавыя словы: сістэмы масавага абслугоўвання, сесійнае паступленне запытаў, кіраваны доступ, карэліраваныя струмені.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца сістэмы масавага абслугоўвання з кіраваным доступам. *Прадмет даследавання* – стацыянарныя размеркаванні імавернасцяў станаў доследных сістэм, часу знаходжання ў іх і іх характарыстыкі прадукцыйнасці. *Мэтай працы* з'яўляецца атрыманне залежнасці характарыстык прадукцыйнасці сістэм масавага абслугоўвання з кіраваным доступам ад параметраў стратэгіі кіравання. Пры даследаванні ў працы ўжываюцца *метады* тэорыі імавернасцяў, тэорыі масавага абслугоўвання, матрычнага аналізу, метады тэорыі ланцугоў Маркава.

Праведзена даследаванне сістэм з сесійным паступленнем запытаў і тандэмных сістэм з кіраваным доступам. Распрацаваны алгарытмы для знаходжання характарыстык прадукцыйнасці сістэм масавага абслугоўвання з сесійным паступленнем запытаў з канчатковым буферам, бясконцым буферам, з паўторнымі выклікамі, атрыманы формулы для знаходжання стацыянарнага размеркавання часу знаходжання адвольнай сесіі і адвольнага запыту. Знойдзена ўмова існавання стацыянарнага рэжыму для сістэм масавага абслугоўвання з сесійным паступленнем запытаў і бясконцым буферам, для сістэм з паўторнымі выклікамі. З дапамогай распрацаваных алгарытмаў вырашана задача знаходжання максімальнага ліку сесій, якія могуць знаходзіцца ў сістэме адначасова, пры выкананні патрабаванняў да якасці абслугоўвання. Распрацаваны алгарытмы для знаходжання стацыянарнага размеркавання імавернасцяў станаў і вылічэння характарыстык прадукцыйнасці тандэмнай сістэмы масавага абслугоўвання з карэліраванымі ўваходнымі струменямі і кіраваным доступам на першую фазу ў залежнасці ад стану другой. Вынікі лікавага эксперыменту дазваляюць прааналізаваць паводзіны доследнай сістэмы, а таксама ілюструюць эфектыўнасць прапанаванай стратэгіі кіравання.

Вынікі дысертацыі ўкаранены ў Галоўным інфармацыйна-аналітычным цэнтры Міністэрства адукацыі РБ; у навучальны працэс у Белдзяржуніверсітэце і Вышэйшым дзяржаўным каледжы сувязі. Праграмае забеспячэнне, якое рэалізоўвае атрыманыя ў дысертацыі навуковыя вынікі, уключана ў пакет прыкладных праграм «SIRIUS-S».

SUMMARY

Dudin Sergey Alexandrovich

Stochastic queueing systems with admission control.

Keywords: queueing systems, session arrivals, admission control, correlated processes.

The object of research are queueing systems with admission control. *The subject of research* is the stationary distribution of the system states, the sojourn time in the system, its performance measures. *The purpose of research* is clarification of the dependence of the performance measures of the queueing systems with admission control on the control thresholds. The techniques used include probability theory, queueing systems theory, matrix analysis, the theory of Markov chains.

Queues with session arrival and tandem queues with admission control are analyzed. Algorithms for calculating the main performance measures of the queues with session arrivals and finite buffer, infinite buffer and retrials are presented. Formulas for computing the stationary distribution of the sojourn time of a session and a customer are derived. Ergodicity conditions for systems with retrials and infinite buffer are presented. The problem of the throughput maximization under the constraint that the request loss probability does not exceed the predefined value is numerically solved. Algorithms for calculating stationary distribution and performance measures of the tandem queueing system with correlated arrival processes and admission control at the first stage depending of the state of the second stage are developed. The results of the numerical experiment illustrate effectiveness of the proposed admission control.

The results of the thesis are applied in the General Information Analytical Center of Ministry of Education of Belarus, in the learning process the Belarusian State University and the Higher College of Communications. The program modules implementing results, which are presented in the thesis, is included in the software «SIRIUS-S».

