

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ им. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН)

Моховая ул., д. 11, корп. 7, Москва, 125009

Тел. +7(495) 629-35-74, факс +7(495)629-36-78, ire@cplire.ru, <http://www.cplire.ru>

ОКПО 02699085 ОГРН 1027700183708 ИНН/КПП 7703053425/770301001

26.08.2024 № 1210-6215-509 [

На № _____ от _____



"УТВЕРЖДАЮ"

и.о. директора Федерального государственного
 бюджетного учреждения науки
 Института радиотехники и электроники
 им. В.А. Котельникова РАН
 к. ф.-м. н., Корниенко В.Н.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова» РАН
на диссертационную работу Соколова Александра Михайловича
«Аналитические и программные методы оценки характеристик
производительности вычислительных систем с приоритетным
обслуживанием», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и
программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и
компьютерных сетей»

Актуальность темы диссертации. Разработка и исследование математических моделей для оценки производительности и оптимизации приоритетных вычислительных систем является одной из важнейших задач при проектировании таких систем. Приоритетный доступ для пользователей предусматривается во многих системах и сетевых протоколах. К числу таких систем относятся: Интернет вещей, балансировщики сетевой нагрузки, распределенные вычислительные системы и др. В диссертационной работе разработаны новые аналитические методы исследования моделей мультисерверных двухприоритетных систем и программные методы исследования приоритетных систем большой размерности с коррелированным входным ММАР-потокком заявок и РН-распределением времени обслуживания заявки на приборе. Для исследования приоритетных систем большой размерности разработан новый подход, базирующийся на комбинации методов методов имитационного моделирования и машинного обучения. Разработана архитектура системы для потоковых вычислений. Приведено описание

применения разработанных моделей для исследования и оценки производительности реальных систем, поддерживающих приоритизацию трафика, включая систему с сетевой балансировкой нагрузки системы и систему для распределенных вычислений. Нахождение стационарных характеристик производительности вычислительных систем с приоритетным обслуживанием большой размерности - сложная задача в силу экспоненциального роста числа состояний в системе в зависимости от ее параметров. Поэтому разработка аналитических и программных методов оценки характеристик производительности вычислительных систем с приоритетным обслуживанием обуславливает актуальность и новизну диссертационной работы.

Научная новизна работы. В диссертационной работе представлены новые, ранее не исследованные аналитические и программные модели для оценки характеристик производительности систем с приоритетным обслуживанием: математическая модель двухприоритетной многолинейной системы вида $M/MAR/PH/N/R$, имитационная модель для расчета характеристик производительности приоритетной системы большой размерности. Предложен комбинированный метод для получения характеристик производительности систем с приоритетным обслуживанием, базирующийся на методах имитационного моделирования и машинного обучения. Кроме того, в работе разработана система для потоковых вычислений, используемая в работе для ускорения получения результатов имитационного моделирования.

Основные результаты диссертации. В первой главе проведен анализ исследований систем с приоритетным обслуживанием в области теории очередей. Сформулирована новизна исследуемой в диссертации модели системы от уже опубликованных работ. Построена математическая модель двухприоритетной системы вида $M/MAR/PH/N/R$, где M/MAR – входной поток маркированных заявок, PH – фазовое распределение времени обслуживания заявки на приборе, N – число обслуживающих приборов в системе, а R – емкость буфера. Получены стационарные характеристики производительности системы, исследована зависимость размера инфинитезимального генератора от параметров системы. Во второй главе исследуются характеристики производительности систем большой размерности с приоритетным обслуживанием заявок. Разработана дискретно-событийная имитационная модель для получения оценок характеристик производительности. Для ускорения получения характеристик предложен комбинированный метод, базирующийся на методах имитационного моделирования и машинного обучения. Третья глава посвящена разработке программного комплекса для потоковых вычислений. Данная система использовалась в диссертационной работе при получении оценок характеристик производительности численными методами. В результате использования системы в процессе диссертационного исследования удалось ускорить получение численных результатов. Приведено подробное описание архитектуры, компонентная схема и схема функционирования. Также в главе представлена аналитическая модель системы для потоковых вычислений. В терминах Кендалла система обозначается как

$M[b]/M/N/R$ и представляет собой систему массового обслуживания с групповым поступлением заявок, где $M[b]$ – Пуассоновский входной поток групповых заявок, M – экспоненциальное распределение времени обслуживания, N – число обслуживающих приборов, R – буфер системы. В четвертой главе приведена апробация применения разработанных моделей для расчета характеристик производительности реальных технических систем, предусматривающих приоритетный доступ: балансировщик сетевой нагрузки и система для организации распределенной очереди задач.

Замечания.

- 1) Хотя в диссертации анонсируется возможность применения разработанных моделей приоритетных систем для оценки производительности современных сетевых протоколов (последние дополнения протокола 802.11, MQTT и др.), но конкретно применение не приводится.
- 2) В главе 2 отсутствует четкое и понятное описание имитационной модели, включая описание важных аспектов: событий, предусмотренных в модели, методов расчета статистики и использующихся структур данных для оптимизации времени работы модели.
- 3) В автореферате диссертации дано слабое описание разработанной математической модели системы для потоковых вычислений, не представлена ссылка на используемые в работе методы восстановления ММАР-потока и РН-распределений.
- 4) Не обоснован выбор оптимизационного алгоритма Адама при обучении искусственной нейронной сети для получения оценки времени отклика системы.
- 5) В диссертации присутствуют стилистические и орфографические ошибки.

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации и не умаляют значимость проделанной работы.

Достоверность результатов. Все полученные автором результаты диссертации являются новыми. Их достоверность обеспечивается строгостью и корректностью математических построений, сравнением между собой аналитических и имитационных моделей, а также экспериментальными результатами. Работа докладывалась на международных конференциях, результаты были опубликованы в профильных российских и международных журналах.

Научная и практическая ценность. Работа носит теоретический и практический характер. Представлены новые модели работы вычислительной системы с приоритетной обработкой заявок, разработан программный комплекс для потоковых вычислений. Практическая значимость диссертационной работы подтверждается актами о внедрении, полученными от НИИ «Центрпрограммсистем» и МФТИ ГУ. Результаты работы также были представлены в исследованиях, проводимых по грантам Российского фонда фундаментальных исследований № 19-07-00919, № 20-37-70059 и Российского научного фонда № 22-49-02023.

Публикации. Основные результаты по теме диссертации изложены в 15 печатных изданиях, 3 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 7 — в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 5 — в тезисах докладов. Зарегистрирована 1 программа для ЭВМ.

Автореферат диссертации полно и верно отражает содержание работы.

Заключение. Диссертация представляет собой завершённое самостоятельное научное исследование. Работа выполнена на высоком уровне, обладает новизной и актуальностью. Результаты, полученные автором, имеют важное теоретическое и практическое значение при проектировании сложных вычислительных систем. Диссертационная работа «Аналитические и программные методы оценки характеристик производительности вычислительных систем с приоритетным обслуживанием» полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям по специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей», а ее автор Соколов Александр Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по этой специальности.

Диссертационная работа и отзыв рассмотрены на научно-квалификационном семинаре ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН по направлению "Информатика", присутствовало 5 человек, протокол № 2 от 26 июля 2024 г.

На включение персональных данных, содержащихся в отзыве, в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку согласен.

Отзыв подготовил:

Ведущий научный сотрудник
ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН,
д. ф.-м. н., профессор РАН



Кузьмин Лев Викторович

Подпись Кузьмина Л.В. удостоверяю
Зав. отделом кадров

Е.В.Чижова

Адрес: 125009, Москва, ул. Моховая 11, корп.7.

Тел.: +7 (495) 629 3574

Email: www.cplire.ru