

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Федерального
государственного учреждения
«Федеральный
исследовательский центр
«Информатика и управление»
Российской академии наук»,
академик РАН

И. А. Соколов



«01» 07 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения «Федеральный
исследовательский центр «Информатика и управление» Российской
академии наук»

Диссертация Разумчика Ростислава Валерьевича на тему «Методы анализа и алгоритмы управления частично наблюдаемыми стохастическими системами обслуживания» выполнена в отделе №62 «Информационные технологии управления и моделирования информационных систем» отделения №6 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН).

Разумчик Ростислав Валерьевич, 1984 года рождения, гражданин России в 2008 года с отличием закончил Российский университет дружбы народов по направлению «Прикладная математика и информатика». В 2011 году в Московском государственном институте электроники и математики (техническом университете) защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Исследование систем массового обслуживания с отрицательными заявками бункером для вытесненных заявок». В 2018 г. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации Р.В. Разумчику присвоено ученое звание доцента по специальности «Теория вероятностей и математическая статистика». В период подготовки диссертации работал в ФИЦ ИУ РАН в должности ведущего научного сотрудника отдела №62 отделения №6, где и работает (с 2011 г.) по настоящее время.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы

Тематика представленного диссертационного исследования лежит в русле фундаментальных исследований не адаптивного характера в области

систем с частичной наблюдаемостью. Сейчас различные области науки и техники непрерывно поставляют проблемы, для решения которых необходимо анализировать, оптимизировать, и реализовывать взаимодействие субъекта с объектом в условиях частичного наблюдения. Чаще всего с этим приходится сталкиваться в сферах, которые связаны с компьютерной обработкой информации (суперкомпьютерные системы, системы распределенных вычислений и т.п.). Решения возникающих здесь научных проблем, в том числе и системного анализа, являются важными с теоретической точки зрения, а также, как правило, дают большую практическую выгоду, что подтверждается результатами эксплуатации реальных систем.

Объектом исследований в докторской работе Р.В. Разумчика являются математические модели так называемых частично наблюдаемых систем, в которых имеется набор объектов, условно называемых заявками или заданиями, и имеется некоторая операция, условно называемая обслуживанием. При этом имеются в виду системы двух типов: изолированно функционирующие и преследующие общую цель централизованно управляемые. В зависимости от того, какой тип систем рассматривается, ограничение частичной наблюдаемости понимается по-разному. В первом случае частичная наблюдаемость связана исключительно с тем, что используемые для управления очередями времена обслуживания могут не совпадать с ненаблюдаемыми фактическими; во втором – с тем, что полностью недоступна динамическая информация о состоянии всех систем. Указанные виды ограничений на возможность наблюдения хорошо известны как в практике эксплуатации современных информационных, вычислительных и телекоммуникационных систем, так и в мировой научной литературе. Докторская работа посвящена решению фундаментальной научной проблемы – разработке комплекса вероятностных моделей и созданию на их основе методов анализа и алгоритмов управления для стохастических систем обслуживания с частичной наблюдаемостью. Решаемые для достижения поставленной цели задачи поставлены в докторской работе в терминах теории массового обслуживания (ТМО) и на фундамент именно этой научной области опираются полученные в докторской аналитические результаты. Внимание к двум типам ограничения частичной наблюдаемости определило и структуру докторской, которая состоит из двух больших частей (не считая вводной и заключительной части, а также обстоятельный списка литературы). Первая часть (главы 1 и 2) посвящена задаче оценивания характеристик систем, частичная наблюдаемость которых связана исключительно с тем, что используемые для управления очередями времена обслуживания могут не совпадать с (ненаблюдаемыми) фактическими. Здесь (в главе 2) впервые в научной литературе предложено ее решение – метод, позволяющий получать оценки фактических значений стационарных характеристик при определенных, диктуемых современной практикой ограничениях. Для обоснования метода Р.В. Разумчуку потребовалось развить аналитический аппарат анализа стационарных характеристик ранее не изучавшихся классов СМО

инверсионного типа. Изложению в этой связи основных результатов посвящена глава 1. Во второй части (главы 3 и 4) внимание уделяется классу систем с параллельным обслуживанием, диспетчеризация в которых осуществляется в таких условиях частичного наблюдения, которые исключают возможность прямого применения методов теории адаптации. Здесь изложены разработанные Р.В. Разумчиком оригинальные подходы к диспетчеризации по полной предыстории в условиях, когда не наблюдаемы традиционно важные для решения задач оптимизации характеристики, включая показатель, подлежащий минимизации. По сравнению со всеми ранее известными из мировой научной литературы стратегиями, получающиеся на основе новых подходов алгоритмы (описание которых и составляет основное содержание второй части) доставляют наилучшие значения для классических целевых функционалов.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации

Все результаты, изложенные в диссертации, получены соискателем. Приводимые в работе математические выкладки и расчеты выполнены им лично. В научных трудах, опубликованных в соавторстве, вклад Р.В. Разумчика является определяющим.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается строгим применением используемого математического аппарата, правильно подобранными методиками исследования, проведения вычислений и имитационного моделирования, а также согласованностью (при рассмотрении частных случаев) результатов диссертации с известными из мировой научной литературы.

Научная новизна результатов проведенных исследований

Все результаты диссертации являются новыми. Соискателем предложена новая область приложения для задач расчета нестационарных вероятностно-временных характеристик систем и сетей обслуживания по заданной последовательности интервалов между поступлениями. Для задачи централизованного управления входящими потоками в системах с параллельным обслуживанием и отсутствием обратной связи, им предложены новые подходы к диспетчеризации, основанные, в отличие от известных стратегий, на использовании полной предыстории наблюдаемых компонент. Кроме того, известные в литературе результаты не давали понимания того, каким образом рассматриваемые системы с параллельным обслуживанием должны управляться в условиях отсутствия динамической информации об их состоянии. Результаты диссертационной работы Р.В. Разумчика полностью заполняют этот пробел. Что касается задачи оценки стационарных вероятностно-временных характеристик систем, частичная наблюдаемость вызвана отсутствием точной информации о

временах обслуживания, то в открытой научной литературе для нее не было предложено решений, подходящих для таких задач системного анализа, как: определение необходимости разработки новых систем; выбор из нескольких систем, могущих решать одинаковые задачи, лучшей; выработка наилучших способов эксплуатации системы. В диссертационной работе соискателя впервые предложен прием для решения этой проблемы, и установлены границы его применимости. Как следствие, область применения специальной методики стационарного анализа СМО была расширена на новый класс систем инверсионного типа, допускающих не сохраняющее работу обслуживание.

Практическая значимость проведенных исследований

Практическая значимость проведенных исследований заключается в том, что в них предложен новый общий метод получения оценок стационарных вероятностно-временных характеристик систем в условиях отсутствия точной информации о временах обслуживания (имеется акт о внедрении). То обстоятельство, что вместо точных значений времен обслуживания, могут быть доступны лишь некоторые оценки этих величин, хорошо известно и доставляет немало трудностей в практике эксплуатации современных информационных, вычислительных и телекоммуникационных систем. Кроме того, в диссертации разработан и обоснован новый путь решения задачи повышения эффективности диспетчеризации в реально существующих системах (например, системах добровольных вычислений) с параллельным обслуживанием, неотъемлемой чертой которых является полное отсутствие для диспетчера динамической информации об их состоянии. Р.В. Разумчиком опубликован учебник (в соавторстве с заслуженным деятелем науки РФ профессором А.В. Печинкиным) «Системы массового обслуживания в дискретном времени» с грифом научно-методического совета по математике Минобрнауки Российской Федерации по направлениям 01.03.02, 01.04.02, 02.03.02, 02.04.02, 02.03.01, 02.04.01. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе Российского университета дружбы народов на факультете физико-математических и естественных наук при преподавании курсов «Имитационное моделирование», «Дискретные вероятностные модели», «Дискретные математические модели».

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (физ.-мат. науки), пунктам:

- теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;
- разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

- методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем.

Апробация диссертации

Результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных конференциях, симпозиумах, школах и научных семинарах и, в частности, на

- Европейской конференции по математическому и имитационному моделированию (Олесунн, 2013 г.; Регенсбург, 2016 г.; Вильгельмсхафен, 2018 г.; Вильдау, 2020 г.; Эль-Кувейт, 2021 г.);
- Европейском симпозиуме по вопросам системной инженерии (Берлин, 2017 г.; Милан, 2019 г.);
- Международном конгрессе по ультрасовременным телекоммуникациям и системам управления (Санкт-Петербург, 2010 г., 2012 г., 2014 г.; Лиссабон, 2016 г.);
- Международной конференции по матрично-аналитическим методам в стохастических моделях (Будапешт, 2016 г.);
- Международной конференции “Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь” (Москва, 2016–2020 гг.).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 27 рецензируемых научных изданиях, 14 из которых входят в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Из работ стоит особо отметить:

- Konovalov M., Razumchik R. Improving routing decisions in parallel non-observable queues // Computing. — 2018. — Vol. 100, no. 10. — Pp. 1059–1079 (WoS Q2);
- Horvath I., Razumchik R., Telek M. The resampling M/G/1 non-preemptive LIFO queue and its application to systems with uncertain service time // Perform. Eval. — 2019. — Vol. 134, no. 102000 (WoS Q2).
- Коновалов М.Г., Разумчик Р.В. Диспетчеризация в системе с параллельным обслуживанием с помощью распределенного градиентного управления марковской цепью // Информ. и её примен. — 2021. — Т. 15, № 3. — С. 41–50 (Scopus Q3).
- Коновалов М.Г., Разумчик Р.В. Об одном новом способе диспетчеризации для ненаблюдаемых систем с параллельным обслуживанием и дисциплиной FIFO в серверах // Информационные процессы. — 2020. — Т. 20, № 3. — С. 205–214.
- Konovalov M., Razumchik R. Minimizing mean response time in non-observable distributed systems with processor sharing nodes // 33rd International

ECMS Conference on Modelling and Simulation Proceedings. — 2019. — Vol. 33, no. 1. — Pp. 456–461.

— Разумчик Р.В. Стационарные характеристики системы обслуживания с инверсионным порядком обслуживания, вероятностным приоритетом и групповым поступлением разнородных заявок // Информ. и её примен. — 2017. — Т. 11, № 4. — С. 10–18 (Scopus Q3).

— Коновалов М.Г., Разумчик Р.В. О размещении заданий на двух серверах при неполном наблюдении // Информ. и её примен. — 2016. — Т. 10, № 4. — С. 57–67 (Scopus Q3).

— Meykhanadzhyan L., Razumchik R. New scheduling policy for estimation of stationary performance characteristics in single server queues with inaccurate job size information // 30th International ECMS Conference on Modelling and Simulation Proceedings. — 2016. — Pp. 710–716.

— Коновалов М.Г., Разумчик Р.В. Обзор моделей и алгоритмов размещения заданий в системах с параллельным обслуживанием // Информ. и её примен. — 2015. — Т. 9, № 4. — С. 56–67 (Scopus Q3).

— Konovalov M., Razumchik R. Iterative algorithm for threshold calculation in the problem of routing fixed size jobs to two parallel servers // Journal of Telecommunications and Information Technology. — 2015. — no. 3. — Pp. 32–38.

Все публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают её основные положения. Общий объем публикаций — 13,81 п.л.; личный вклад автора составляет 11,11 п.л. Диссертация соответствует требованиям п. 14 Положения о присуждении ученых степеней (№ 842 от 24.09.2013) и не содержит заимствованного материала без ссылки на авторов.

Диссертация Р.В. Разумчика на тему «Анализ некоторых систем массового обслуживания с частичной наблюдаемостью» рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Заключение принято на заседании секции Ученого совета ФИЦ ИУ РАН 27 июня 2022, протокол №3. Присутствовало на заседании 16 человек. Результаты голосования: принято единогласно.

Председательствующий на заседании:

Главный научный сотрудник,
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

И.Н. Синицин

