

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Моисеева Александра Николаевича

«Исследование математических моделей систем и сетей массового обслуживания с высокоинтенсивными непугассоновскими входящими потоками»,
представленную к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность избранной темы. Модели теории массового обслуживания широко используются для описания и анализа функционирования реальных систем из различных предметных областей: связь, обработка информации, экономика, производство и т.д. Классическая теория массового обслуживания в основном использует модели с экспоненциальными распределениями. Однако ряд работ говорит о том, что в современных сетях связи, в системах обработки информации и даже в экономических системах входящие потоки не соответствуют пуассоновской модели, а обслуживание – экспоненциальным законам распределения. Исследование моделей систем и сетей обслуживания с непугассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием обычно выполняется для моделей специфической конфигурации, незначительные изменения в которой зачастую приводят к необходимости начинать всё исследование заново. Разработка методов исследования математических моделей массового обслуживания с непугассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием, которые позволяют единообразно выполнять анализ и получать результаты, распространяющиеся на некоторый достаточно широкий класс моделей, является актуальной научной проблемой. Диссертация А.Н. Моисеева посвящена решению этой проблемы в классе систем и сетей массового обслуживания с неограниченным числом приборов.

Содержание работы. В диссертационной работе представлено исследование математических моделей систем и сетей массового обслуживания с

непуассоновскими входящими потоками, неограниченным числом приборов и неэкспоненциальным обслуживанием. Для получения конечных аналитических результатов используется асимптотическое условие высокой интенсивности входящего потока. Модели высокоинтенсивных непуассоновских потоков и их исследование представлены в первой главе диссертации. Во второй главе содержится анализ бесконечнолинейных систем массового обслуживания (СМО) с высокоинтенсивными непуассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием, который выполнен с применением различных подходов, что позволяет сравнить полученные результаты между собой. Наиболее важные результаты представлены в третьей и четвертой главах. Здесь предлагаются новые методы исследования многофазных СМО и сетей массового обслуживания (СеМО) – метод многомерного динамического просеивания, многомерная модификация метода выделения первого скачка. С их помощью получены аналитические выражения для вероятностных характеристик функционирования соответствующих СМО и СеМО. Также в четвертой главе предложена методика расчета оптимального числа приборов для сетей с конечным числом каналов, которая может быть востребована при решении практических задач. В пятой главе выполнен анализ и установлена область применимости полученных асимптотических результатов. Шестая глава представляет разработанный автором программный комплекс для имитационного моделирования и численных расчетов, касающихся представленных в работе моделей СМО и СеМО.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Все научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждаются математическими выкладками и доказательствами теорем. Возможные частные случаи полностью согласуются с известными результатами теории массового обслуживания. Все теоретические результаты подтверждаются результатами, полученными на основе имитационного моделирования и численных расчетов.

Научная новизна и практическая значимость результатов работы. В диссертации представлены новые научные результаты в области разработки и применения методов исследования немарковских моделей массового обслуживания, а именно – систем и сетей обслуживания с неограниченным числом приборов, непугассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием. Предложенный в диссертации метод многомерного динамического просеивания в совокупности с методом асимптотического анализа позволяют выполнять анализ таких математических моделей.

Также в диссертации получены конкретные выражения для расчета стационарных вероятностных характеристик функционирования указанных моделей, предложена методика расчета оптимального числа приборов для расчета проектных параметров распределенных вычислительных систем, разработан комплекс программ для выполнения соответствующих расчетов. Все это может быть использовано для практического применения при анализе функционирования и проектировании различных технических систем.

Замечания по диссертационной работе.

1. Диссертант использует асимптотический метод решения уравнения для производящих функций. Однако в работе нет теоретических оценок близости точного решения и его асимптотики с учетом того, что область значений аргумента, где работает асимптотическое разложение, также должна зависеть от малого параметра. Такая ситуация в прикладной математике и в математическом моделировании известна. Например, для дифференциальных уравнений с малым параметром вид асимптотического разложения решения связан с наличием так называемых секулярных членов и погранслоев (см. следующие ссылки).

Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука. 1963.

Тихонов А.Н. Системы дифференциальных уравнений, содержащие малые параметры при производных // Матем. сб. Нов. сер. 1952. Т.31(73), вы п. 3 . – С. 147–156.

Понтрягин Л.С., Мищенко Е.Ф. Вывод некоторых асимптотических оценок для решений дифференциальных уравнений с малым параметром при производных // Изв. АН, серия матем. 1958. Т. 23, вып. 5. С. 643–660.

Дородницын А.А. Об одном методе решения уравнений ламинарного пограничного слоя// Ж. прикл. механ. и техн. физ. 1960. № 3. С. 111–118.

2. В работе дается неточное описание результатов численного моделирования и сравнения с асимптотическими решениями. Автор сравнивает на рисунках гл. 5 плотности стационарного распределения числа занятых приборов в узлах сети (двухфазной системы) и полученной асимптотики. А пишет о сравнении законов распределения, дополняя его вычислением статистики Колмогорова. Мне кажется, что здесь нужно быть более точным в формулировках.

3. В вычислительном эксперименте ничего не говорится о нестационарном режиме, хотя асимптотика строится именно для него. Нет оценок таких характеристик нестационарного режима как максимальное отклонение от стационарного режима, а также характерного времени вхождения в стационарный режим. Между тем, расчеты для некоторых электрических сетей показывают, что напряжение может в переходном режиме вдвое превышать его стационарное значение.

4. Интересно было бы сравнить асимптотики нестационарных распределений сумм числа занятых приборов во всех узлах сети с результатами асимптотического анализа, полученного в работе А.А. Боровкова для однофазной системы обслуживания с бесконечным числом каналов.

Боровков А.А. Асимптотические методы в теории массового обслуживания. М.: Наука. 1980. Глава II.

5. С точки зрения математического моделирования требование бесконечности числа приборов в узлах сети выглядит не вполне реалистичным и не позволяет рассмотреть интересные явления исчезновения в системе (в сети) очередей, особенно в режиме большой загрузки, где наблюдаются даже фазовые переходы и исследуется режим перегрузки. В качестве примера привожу свежую публикацию.

Daley D.J., Van Leeuwen J.S.H., Nazarathy Y. BRAVO for many servers with finite buffers// *Advances in Applied Probability*. 2015. Vol. 47. P. 231-250.

Это замечание позволяет проводить аналогию с механикой жидкости и газа, где рассматриваются как ламинарные, так и турбулентные режимы. Такая аналогия может быть оправдана распространением в массовом обслуживании моделей систем и сетей в случайной среде. Проллекая ее можно сказать, что вполне допустимо строить математическую модель сети и оценивать параметры модели по наблюдениям за динамикой ее функционирования подобно построению гипотез замыкания в моделях турбулентного движения жидкости или газа.

Данные замечания во многом носят дискуссионный характер. Они ни в коей мере не уменьшают общую положительную характеристику работы и скорее содержат возможные постановки задач для будущих исследований.

Общее заключение. Диссертационная работа А.Н. Моисеева является законченной научно-исследовательской работой, посвященной актуальной научной проблеме разработки методов исследования немарковских математических моделей систем и сетей массового обслуживания с непуассоновскими входящими потоками и неэкспоненциальным обслуживанием, которая обладает научной новизной и практической значимостью полученных в ней результатов. Материалы исследования в достаточно полном объеме отражены в публикациях автора и

прошли апробацию на многочисленных международных и Всероссийских научных конференциях. Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации. На основании вышесказанного считаю, что диссертация Моисеева Александра Николаевича «Исследование математических моделей систем и сетей массового обслуживания с высокоинтенсивными непуассоновскими входящими потоками» полностью соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а сам Моисеев Александр Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук

(специальности: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации; 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы),

профессор

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт прикладной математики
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
заведующий лабораторией вероятностных методов и системного анализа

Цициашвили Гурами Шалвович

690041 , г. Владивосток, ул. Радио, д. 7

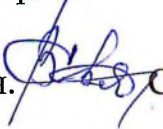
Тел.р.:+7 (4232) 31-23-75

<http://www.iam.dvo.ru>

E-mail: guram@iam.dvo.ru

17 марта 2016 г.

Подпись профессора Г.Ш. Цициашвили заверяю:

Ученый секретарь ИПМ ДВО РАН, к.ф.-м.н.  Святуха В.А. подпись, печать

