

ОТЗЫВ официального оппонента

о диссертации на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук Гришуниной Светланы Алексеевны на тему: "Предельные теоремы для систем обслуживания с различными правилами образования очереди" по специальности 01.01.05 – "теория вероятностей и математическая статистика"

Многоканальным системам массового обслуживания посвящено большое число работ. Но условие стабильности таких систем практически не исследовано кроме некоторых довольно простых случаев. Как правило рассматриваются системы с пуассоновским входящим потоком и экспоненциальным временем обслуживания. В данной диссертации в качестве входящего потока рассматривается регенерирующий поток, что охватывает более широкий класс систем. И для систем такого типа выясняются условия стабильности. Кроме того, устанавливается зависимость условия стабильности от распределения времени обслуживания в системах с одновременным обслуживанием требованиями несколькими приборами. Подобная тематика несомненно является актуальной.

Обсудим кратко содержание работы. В диссертационной работе С.А. Гришуниной изучаются многоканальные системы обслуживания с различными правилами обслуживания и образования очередей. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы общим объемом 117 страниц. В первых трех главах рассматриваются системы, в которых требованию для обслуживания необходимо случайное число приборов. Если в момент прихода требования такое число приборов свободно и очереди нет, то оно немедленно поступает на обслуживание и занимает нужное число приборов. В противном случае требование направляется на последнее место в очереди. Основная особенность таких моделей состоит в том, что некоторое число приборов может быть свободно, а очередь не пуста, что существенно затрудняет анализ таких систем. Заметим, что системы такого типа встречаются во многих прикладных задачах: при анализе компьютерных, коммуникационных, аварийных систем

и многих других, что отмечено в диссертационной работе и приведены соответствующие ссылки. Как отмечено Ван Дьюком, системы с одновременным обслуживанием требования несколькими приборами могут быть разделены на два класса:

- системы с независимым обслуживанием, когда времена обслуживания на различных приборах для данного требования независимы
- системы с идентичным обслуживанием, когда времена обслуживания на различных приборах совпадают. В литературе этот тип обслуживания также называют конкурентным.

Системы обслуживания обоих типов интенсивно изучались, начиная с 70х годов. В диссертации приводится достаточно полное описание полученных результатов и используемых методов. Поскольку в качестве входящего потока обычно рассматривается пуассоновский (иногда марковский модулированный) процесс, а время обслуживания считается экспоненциально распределенным, исследования опираются на матрично-геометрический метода Ньютса (1980), либо на точечный подход, предложенный Бриллом и Грин (1984).

Три первые главы диссертационной работы посвящены системам с одновременным обслуживанием требования несколькими приборами. В главе 1 дается анализ систем с независимым обслуживанием, а в главе 2 - с конкурентным. Время обслуживания в главе 3 предполагается равным константе. В качестве входящего потока X берется регенерирующий поток. Этот класс потоков весьма широк и включает практически все фундаментальные потоки, используемые в теории массового обслуживания в качестве входящих. Более того, при достаточно общих предположениях выходящий из системы поток при входящем регенерирующем также оказывается регенерирующим. Это означает, что полученные результаты могут быть использованы при анализе последовательно расположенных систем обслуживания или иерархических сетей.

Времена обслуживания в системах глав 1 и 2 считаются либо гипоэкспоненциально, либо гиперэкспоненциально распределенными. В основе анализа стабильности в первых трех главах - построение вспомогательных систем, не зависящих от входного потока X , в которых

всегда есть требования для обслуживания. Выходящий из вспомогательной системы поток Y также будет регенерирующим. Определяются общие точки регенерации входящего потока X и потока Y . В качестве коэффициента загрузки ρ системы берется отношение математических ожиданий приращений процессов X и Y на общем периоде регенерации. На основе ряда теорем из теории вероятностей и теории восстановления, а также весьма нетривиальных оценок показано, что системы, изучаемые в главах 1, 2, 3 стабильны тогда и только тогда, когда введенный коэффициент загрузки $\rho < 1$.

Установлено, что коэффициент загрузки ρ зависит от входящего потока X только через его интенсивность, но он зависит также и от распределения времени обслуживания, то есть не определяется его средним значением. Эта зависимость весьма существенна при сравнении систем с постоянным и экспоненциально распределенным временем обслуживания.

Четвертая глава посвящена определению условий стабильности и асимптотическому анализу при высокой загрузке многоканальных систем с регенерирующим входящим потоком и различными правилами образования очередей: системы с общей очередью и отдельными очередями перед приборами. Для широкого класса моделей доказано необходимое и достаточное условие стабильности $\rho = \lambda \cdot b \cdot m^{-1} < 1$, где λ – интенсивность входящего потока, b – среднее время обслуживания, m – число приборов. Установлены условия сходимости нормированного процесса q , представляющего собой общее число требований в системе, к процессу броуновского движения при $\rho > 1$, и к процессу модуля броуновского движения при $\rho = 1$.

В работе проведен подробный анализ некоторых конкретных систем для проверки условий стабильности при различных распределениях времени обслуживания. Это позволило прояснить некоторые вопросы, в частности, опровергнуть некоторую гипотезу, высказанную в работе других авторов.

Все результаты приведены с достаточно полными доказательствами, в которых не обнаружено фактических ошибок. Некоторые доказательства являются очень нетривиальными и используют серьез-

ную технику из теории цепей Маркова, регенирирующих процессов и процессов восстановления. Особо хочется отметить метод построения некоторого вспомогательного процесса при получении условий стабильности, который позволяет исследовать различные системы некоторым единым методом. По-видимому, такой прием используется впервые.

По моему мнению основные результаты диссертации являются новыми и нетривиальными.

В конце работы приводится некоторый список еще нерешенных задач, что говорит о хорошем понимании диссертантом рассматриваемых задач и всей проблематики в целом.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Серьезных замечаний к тексту диссертации нет. Тем не менее отметим некоторые моменты.

1) Как и в любом большом тексте есть некоторое количество опечаток, которые не мешают правильному пониманию текста.

2) В тексте постоянно используются понятия равенства и неравенства случайных величин по распределению. Если относительно равенства вопросов нет, то неравенство можно определить по разному. Поэтому было бы полезно в явном виде написать, что имеется в виду.

3) Как было отмечено выше, все результаты приведены с подробными доказательствами. Но иногда достаточно простые и почти очевидные вещи также подробно доказываются. Это не облегчает, а только затрудняет чтение текста.

Полученные результаты опубликованы в 14 печатных работах, среди которых 5 работ в высокорейтинговых журналах. Эти результаты докладывались на многочисленных конференциях и научных семинарах, что говорит о том, что они знакомы специалистами в данной области исследований.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени

М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.01.05 – <теория вероятностей и математическая статистика> (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гришунина Светлана Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 – <теория вероятностей и математическая статистика>.

Официальный оппонент:

ФИО: Хохлов Юрий Степанович

Степень: доктор физико-математических наук

Звание: профессор

Тел.: 7(916)9430149, e-mail: yskhokhlov@yandex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.01.05 – Теория вероятностей и математическая статистика

Должность: профессор кафедры математической статистики факультета ВМК МГУ

Место работы: кафедра математической статистики факультета ВМК МГУ

Адрес места работы: ГСП-1, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 52-2

Рабочий телефон: +7 (495) 9395394

E-mail: ms@cs.msu.su

Хохлов Юрий Степанович

подпись

Подпись профессора кафедры математической статистики факультета ВМК МГУ Ю.С. Хохлова удостоверяю:

Декан факультета ВМК МГУ

академик РАН

И.А. Соколов