

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»

Диссертация Гришуниной С.А. посвящена анализу ресурсных систем массового обслуживания – систем, где принятая на обслуживание заявка занимает случайный объём ресурсов с заданной функцией распределения. Например, приборы в классической системе с потерями Эрланга – это ресурсы, которые могут заниматься заявками группами случайных размеров. В диссертации рассматривается именно такой класс ресурсных систем – многолинейных с очередью, в которых заявке для обслуживания требуется случайное число приборов.

За предшествующее десятилетие научное сообщество проводило исследования и развивало модели и методы для оценки производительности новых телекоммуникационных систем. Исследования показали, что в части теории массового обслуживания востребованными оказались модели ресурсных систем массового обслуживания. Эти системы позволили наиболее адекватно описать процессы предоставления и разделения радио ресурсов в сетях стандарта LTE (поколение 4G) и стандарта New Radio (поколение 5G), в которых ресурсом является, например, потребляемая мощность сигнала или ширина полосы пропускания радиоканала в зависимости от его состояния. Прогнозы развития сетевых технологий говорят о том, что модели будут востребованы и в дальнейшем, и поэтому тема диссертационной работы С.А. Гришуниной представляется весьма актуальной и востребованной с практической точки зрения.

В первых трех главах диссертационной работы исследуются системы со случайным числом приборов, требующихся для обслуживания заявки, а в четвертой главе системы с общей очередью и системы с отдельными очередями перед каждым прибором. Основным предметом исследований

являются условия стабильности для систем с различными дисциплинами обслуживания (первые три главы диссертационной работы), а также асимптотическое поведение процессов времени ожидания и длины очереди в условиях высокой загрузки (четвертая глава). Исследования проведены для случаев с независимым и с конкурентным обслуживанием заявок. Отметим, что при исследовании условий стабильности применяется метод, в котором для доказательства строится вспомогательная система, в которой всегда есть заявки для обслуживания. Для выходящего потока во вспомогательной системе и входящего потока в исследуемой системе строятся общие точки регенерации, что позволяет записать условие стабильности, и, что важно на практике, в терминах интенсивностей этих потоков.

Отличительной особенностью полученных результатов, их научная новизна, заключается в том, что исследуются системы не с простейшим, а регенерирующим входящим потоком заявок. При этом обслуживание заявок рассмотрено не только для экспоненциального случая, но и для важных случаев распределения фазового типа – эрланговского и гиперэкспоненциального. Кроме того, для известных ресурсных систем большая часть результатов получена для обслуживания без очереди, а результаты диссертационной работы для систем с очередью дают возможность для оценки не исследованных ранее показателей эффективности прикладных систем. Новизна результатов и актуальность темы диссертации обоснованы весьма детальным анализом литературных источников, причем в кратком виде обзор приведен и в автореферате диссертационной работы.

Обоснованность научных положений, доказательств и результатов выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность подтверждается корректным применением математических методов, достаточным числом научных публикаций и обсуждением результатов диссертации на российских и международных конференциях и семинарах.

Диссертация Гришуниной С.А. изложена ясным литературным языком, соблюден научный стиль изложения. Автореферат соответствует содержанию диссертации и содержит основные результаты. Поставленные задачи

выполнены, получены новые результаты, которые имеют существенное теоретическое и практическое значение. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Положения, выносимые на защиту, прошли апробацию на международных конференциях и опубликованы в рецензируемых изданиях.

Результаты диссертационной работы апробированы на научно-технических конференциях и опубликованы в научных статьях. По материалам диссертационного исследования всего опубликовано 14 научных трудов. Основные результаты диссертационной работы изложены в 5 печатных публикациях в рецензируемых научных журналах, входящих в базы данных SCOPUS, Web of Science и RSCI. В материалах международных конференций представлено 9 публикаций, включая 4 статьи.

По содержанию работы имеются следующие замечания.

- 1) На стр. 6 диссертации следовало писать более четко – «Используя матрично-геометрический метод Ньютона [54], в своей диссертации [47] Ким предложил.... То же самое и автореферате.
- 2) На стр. 28 следовало писать не «время обслуживания на *одном* приборе имеет экспоненциальное распределение», а «время обслуживания на *каждом* приборе имеет экспоненциальное распределение». На той же странице, более точно, для системы S2 распределение является распределением Эрланга, а не распределением фазового типа. Аналогично на стр. 42.
- 3) На стр. 86 нечетко записаны обозначения, которые неоднозначно интерпретируются. Например, если $V(tetta_i-0)=0$, то зачем вводить $v_n=V(tetta_n-0)$?
- 4) В определении 4.3 на стр. 87 нечеткая формулировка. Окрестность существует всегда, а требовать надо только существование момента $t_epsilon$.
- 5) Некоторые формулировки допускают неоднозначное толкование, например, в главе 4 на стр. 89 следовало более четко определить дисциплины обслуживания.
- 6) В тексте имеются опечатки.

Перечисленные выше замечания не снижают значимости рецензируемого диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова, 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.

На основании изложенного считаю, что соискатель Гришунина Светлана Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 – «теория вероятностей и математическая статистика».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей
Российского университета дружбы народов

Самуйлов Константин Евгеньевич

07 апреля 2021 г.

117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6,
Российский университет дружбы народов,
Факультет физико-математических и естественных наук,
Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей
тел.+7(495) 952-28-23, e-mail: samuylov-ke@rudn.ru,
05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Подпись Самуйлова К.Е. заверяю.

Заместитель декана факультета физико-математических
и естественных наук
Российского университета дружбы народов, к.ф.-м.н.

В.А. Корольков

7 апреля 2021 г.