

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Бахолдиной Марии Алексеевны «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЙ И
ДЛИТЕЛЬНОСТИ МЕРТВОГО ВРЕМЕНИ В МОДУЛИРОВАННОМ
ОБОБЩЕННОМ ПОЛУСИНХРОННОМ ПОТОКЕ СОБЫТИЙ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ,
управление и обработка информации (в отраслях информатики,
вычислительной техники и автоматизации)

Актуальность темы диссертации

Математические модели теории массового обслуживания находят широкое применение при решении задач анализа и оптимизации функционирования различных физических, технических, экономических и других систем, в частности телекоммуникационных сетей, центров обработки вызовов (call-центров) и т.д. Следует отметить, что условия функционирования реальных систем таковы, что если в отношении параметров обслуживающих устройств можно утверждать, что они известны и с течением времени не меняются, то в отношении интенсивностей входящих потоков этого сказать во многих случаях нельзя. Интенсивности входящих потоков заявок обычно меняются со временем, и часто эти изменения носят случайный характер, что приводит к рассмотрению математических моделей дважды стохастических потоков событий. Например, загрузка сетей связи может изменяться как циклически в течение суток (недели, года), так и в зависимости от того, какие программные приложения на данный момент используют сеть. С одной стороны, локальная сеть организации загружена больше днем, чем ночью, с другой стороны, сеть используется по-разному различными пользователями.

Дважды стохастические потоки событий с кусочно-постоянной интенсивностью являются адекватными математическими моделями для описания реальных информационных потоков, функционирующих в телекоммуникационных и информационно-вычислительных сетях связи. В связи с чем, исследование различных моделей дважды стохастических потоков событий, а также решение статистических задач по оцениванию состояний и неизвестных параметров потока, безусловно, являются актуальными направлениями исследований в теории массового обслуживания.

Диссертационная работа Бахолдиной М.А. посвящена исследованию модулированного обобщенного полусинхронного потока событий,

относящегося к классу дважды стохастических потоков событий с двумя состояниями, в ходе которого впервые решаются задачи оптимального оценивания состояний потока событий в условиях полной наблюдаемости потока, а также задачи оценивания состояний и длительности мертвого времени в потоке, функционирующем в условиях непродлевающегося мертвого времени.

Новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертационной работе

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

1) Получены явные аналитические формулы для плотности вероятности значений длительности интервала между соседними событиями в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий и совместной плотности вероятности значений длительности смежных интервалов между соседними событиями в потоке для случая отсутствия мертвого времени и в условиях непродлевающегося мертвого времени длительности T . Сделан вывод о коррелированности рассматриваемого потока событий в общем случае, найдены условия рекуррентности потока.

2) Получены явные аналитические формулы для расчета апостериорных вероятностей состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий в любой момент времени наблюдения за потоком. Согласно критерию максимума апостериорной вероятности сформулированы алгоритмы оптимального оценивания состояний потока для случаев отсутствия мертвого времени и наличия непродлевающегося мертвого времени длительности T . Данный критерий обеспечивает минимум полной (безусловной) вероятности принятия ошибочного решения.

3) При условии отсутствия мертвого времени получены явные формулы для вычисления условной вероятности ошибочного решения при оценивании состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий в общем случае и для вычисления безусловной вероятности ошибки при оценивании состояний рассматриваемого потока событий для частных и особых случаев соотношения параметров потока, когда поток событий становится рекуррентным.

4) Построены оценки длительности мертвого времени методом максимального правдоподобия и модифицированным методом моментов. Сформулированы алгоритмы нахождения оценки длительности мертвого времени.

5) Разработан и реализован в виде программы на ЭВМ алгоритм имитационного моделирования модулированного обобщенного

полусинхронного потока событий при его полной наблюдаемости и в условиях непродлевающегося мертвого времени.

6) Разработан и реализован в виде программы на ЭВМ алгоритм оптимального оценивания состояний потока по наблюдениям за моментами наступления событий в потоке при его полной наблюдаемости и в условиях непродлевающегося мертвого времени.

7) Разработан и реализован в виде программы на ЭВМ алгоритм оценивания длительности мертвого времени T при функционировании потока в условиях неполной наблюдаемости.

8) С помощью имитационной модели потока получены численные результаты по оцениванию состояний потока и длительности мертвого времени. Для каждого из алгоритмов приведен расчет величин, характеризующих качество оценивания: для оценки состояний – оценка безусловной вероятности ошибки при вынесении решения о состоянии потока; для оценки длительности мертвого времени – статистические характеристики оценки, полученные в численном эксперименте, такие как выборочное среднее и выборочная вариация.

9) Проведено сравнение оценок длительности мертвого времени, получаемых по наблюдениям за моментами наступления событий в потоке методом максимального правдоподобия и модифицированным методом моментов для различных значений параметров модулированного обобщенного полусинхронного потока событий.

Результаты, полученные автором в диссертации, представляют собой новые научные положения и выводы, вносящие существенный вклад в развитие теории дважды стохастических потоков событий.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, изложенных в диссертации

Достоверность полученных автором научных положений и выводов подтверждается строгими доказательствами с использованием математического аппарата, включающего методы теории вероятностей, теории марковских случайных процессов, теории массового обслуживания, математической статистики, теории дифференциальных уравнений, математического анализа, линейной алгебры и имитационного моделирования. Изложенные в диссертационной работе результаты в достаточной мере апробированы на всероссийских и международных конференциях. Сказанное выше свидетельствует о достоверности и обоснованности представленных в диссертации результатов.

Полнота опубликованных результатов работы, соответствие автореферата содержанию диссертации

Основные результаты диссертационной работы отражены автором в 22 публикациях, из них 12 статей опубликованы в журналах, включенных 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 них 4 статьи – в зарубежных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus), 10 публикаций – в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций. Автореферат логически структурирован, правильно и в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в аналитическом решении задачи оптимального оценивания состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий в условиях полной наблюдаемости, а также в аналитическом решении задачи оптимального оценивания состояний и задачи оценивания длительности мертвого времени в потоке событий, функционирующем в условиях непродлевающегося мертвого времени.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования разработанных алгоритмов оценивания состояний и длительности мертвого времени модулированного обобщенного полусинхронного потока событий в задачах анализа и проектирования систем и сетей массового обслуживания, в частности, автоматизированных систем управления, информационно-вычислительных систем, телекоммуникационных и компьютерных сетей и др., дисциплины обслуживания которых зависят от параметров и текущих состояний входящих потоков событий.

Возможность использования результатов работы

Результаты диссертационной работы представляют интерес для специалистов в области статистики случайных процессов, теории вероятностей и теории массового обслуживания. Результаты работы используются в учебном процессе на факультете прикладной математики и кибернетики Национального исследовательского Томского государственного университета (при разработке курсов лекций образовательных дисциплин «Марковские системы массового обслуживания», «Имитационное

моделирование», «Методы идентификации и оценки параметров телекоммуникационных потоков») и рекомендуются для внедрения в учебный процесс Белорусского государственного университета, Гомельского государственного университета и других высших учебных заведений.

Замечания и недостатки диссертационной работы

В качестве замечаний к диссертационной работе отмечу следующие:

1) В диссертационной работе рассматривается случай, когда период непродлевающегося мертвого времени является фиксированной величиной, хотя на практике возможны ситуации, когда период непродлевающегося мертвого времени является случайной величиной. Желательно было бы рассмотреть этот случай с точки зрения реализации его сложности.

2) Автором работы при оценке периода мертвого времени используется метод максимального правдоподобия. В силу того, что рассматриваемый поток событий в общем случае является коррелированным, и определить совместную плотность вероятности $p_T(\tau_1, \dots, \tau_n)$, действительно, не представляется возможным, то функция правдоподобия выписывается как произведение одномерных плотностей вероятности $p_T(\tau^{(k)})$, $k = \overline{1, n}$. В связи с этим более правильно используемый метод называть, например, методом, основанным на методе максимального правдоподобия. Несмотря на сделанное приближение, как показывают результаты численных экспериментов, метод обеспечивает достаточную близость получаемой оценки к истинному значению периода мертвого времени.

Отмечу, что автором проделан большой объем аналитических исследований при решении оптимизационной задачи по определению оценки длительности мертвого времени.

3) Имеются неточности и опечатки при оформлении диссертации:

- на с. 27 два раза допущена опечатка в слове «функционарование», правильно писать «функционирование»;

- на с. 78 (теорема 1.5) допущена неточность, в формулировке теоремы два раза указан полуинтервал времени, на котором действует формула (1.7.1): «на временных полуинтервалах $(t_k, t_k + T]$ » и «где $t_k < t \leq t_k + T$ ».

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Бахолдиной М.А.

Заключение

Диссертационная работа Бахолдиной М.А. является законченной научно-исследовательской работой, посвященной решению актуальных задач по оцениванию состояний и длительности мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий. Полученные научные результаты имеют важное значение для развития теории дважды

стохастических потоков событий. В целом диссертация оформлена надлежащим образом, написана ясным и грамотным языком.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Бахолдиной М.А. «Оценка состояний и длительности мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации), соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бахолдина Мария Алексеевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент
 профессор кафедры теории вероятностей
 и математической статистики Белорусского
 государственного университета,
 доктор физико-математических наук
 (информация о шифре и наименовании
 научной специальности закрыта),
 профессор

Белорусский государственный университет
 220030, Республика Беларусь, г. Минск,
 пр. Независимости, 4
 Тел.: + 375 17 209 51 29
 E-mail: Ebsu@bsu.by
 Веб-сайт: <http://www.bsu.by>



2 декабря 2016 г.