

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Нежелской Людмилы Алексеевны
«ОЦЕНКА СОСТОЯНИЙ И ПАРАМЕТРОВ ДВАЖДЫ
СТОХАСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ СОБЫТИЙ»,
представленную на соискание учёной степени доктора
физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный
анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики,
вычислительной техники и автоматизации)

Актуальность темы диссертации

Модели теории массового обслуживания, представленные различными системами массового обслуживания (СМО), в настоящее время широко используются для исследования и анализа реальных производственных систем и систем управления запасами, систем управления транспортными потоками, экономических систем.

Развитию теории массового обслуживания, совершенствованию применяемого математического аппарата способствуют работы по проектированию, внедрению, эксплуатации и модернизации информационно-вычислительных систем, спутниковых систем связи, телекоммуникационных сетей. В подавляющем большинстве работ по исследованию СМО до 80-х годов в качестве входящих потоков событий рассматривались пуассоновские потоки. Однако требования практики послужили стимулом к рассмотрению дважды стохастических потоков в качестве математических моделей реальных потоков событий в компьютерных сетях. Интенсивность подобных потоков событий меняется со временем и эти изменения носят случайный характер. Так, загрузка сетей связи может изменяться в течение определённого периода времени (времени суток) либо может изменяться в зависимости от того, какие программные приложения на данный момент времени использует сеть.

Таким образом, изучение различных моделей дважды стохастических потоков событий с интенсивностью, являющейся кусочно-постоянным случайным процессом, постановка и решение задачи оценивания состояний и неизвестных параметров таких потоков представляют собой актуальные научные направления исследований в теории массового обслуживания и теории дважды стохастических потоков событий.

Диссертационная работа Нежелской Л.А. посвящена построению и исследованию различных математических моделей дважды стохастических потоков событий с интенсивностью $\lambda(t)$, являющейся кусочно-постоянным

принципиально ненаблюдаемым случайным процессом с двумя состояниями ($\lambda(t)$ – скрытый марковский процесс). Главной целью проведённого исследования является решение задачи оценивания состояний и параметров потоков событий при полной и частичной наблюдаемости потоков, а также решение задачи оценивания длительности мёртвого времени в схеме с продлевающимся и непродлевающимся мёртвым временем.

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

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

– впервые построены математические модели дважды стохастических потоков событий: синхронного, полусинхронного, полусинхронного альтернирующего, обобщённого полусинхронного, обобщённого асинхронного, MAP-потока, модулированного MAP-потока, функционирующих при непродлеваемом и продлеваемом мертвом времени;

– разработан эвристический пороговый алгоритм оценивания состояний асинхронного потока при его полной наблюдаемости, учитывающий наряду со старением информации ошибки измерений моментов наступления событий потока;

– разработаны алгоритмы оптимальной оценки состояний отдельных моделей дважды стохастических потоков событий, функционирующих при полной либо частичной наблюдаемости потоков (при непродлеваемом мёртвом времени фиксированной длительности), основанные на методе максимума апостериорной вероятности;

– на основе метода моментов разработаны алгоритмы оценки параметров и длительности мёртвого времени в отдельных видах дважды стохастических потоков событий, функционирующих в условиях полной либо частичной наблюдаемости потоков (при непродлеваемом мёртвом времени), с использованием явных видов плотности вероятности значений длительности интервала между соседними событиями в наблюдаемых потоках;

– для отдельных видов потоков разработаны алгоритмы оценки длительности мёртвого времени, основанные на методе максимального правдоподобия и модифицированном методе моментов, с использованием явных видов одномерной и двумерной плотностей вероятностей в наблюдаемых потоках;

– для обобщённого асинхронного потока событий при его полной наблюдаемости разработана процедура расчёта условной вероятности

ошибки принятия решения о состоянии потока в произвольный момент времени, а также получен явный вид безусловной вероятности ошибочного решения о состоянии рекуррентного обобщённого асинхронного потока событий при его полной наблюдаемости;

– на основе метода моментов разработан алгоритм оценивания длительности мертвого времени в рекуррентных синхронном и полусинхронном потоках событий, функционирующих в условиях продлевающегося мёртвого времени, с использованием преобразования Лапласа плотности вероятности значений длительности интервала между соседними событиями в наблюдаемых потоках.

Результаты, полученные автором в диссертации, можно рассматривать как новые научные выводы и положения, представляющие большой интерес для исследователей потоков случайных событий и вносящие существенный вклад в развитие теории дважды стохастических потоков событий

Степень обоснованности и достоверности научных положений, изложенных в диссертации

Достоверность полученных автором положений и выводов подтверждается корректным применением математического аппарата, включающего методы теории вероятностей и математической статистики, теории марковских случайных процессов, теории дифференциальных уравнений, математического анализа и линейной алгебры, к доказательству лемм и теорем, корректностью применяемых методик исследования, многочисленными статистическими экспериментами, поставленными на имитационных моделях различных видов дважды стохастических потоков событий при их полной и частичной наблюдаемости, и анализом численных результатов. Разработанные алгоритмы основаны на аналитических выкладках.

Представленные в диссертационной работе результаты в достаточной мере апробированы на всероссийских и международных конференциях, что свидетельствует о достоверности и обоснованности изложенных в диссертации результатов.

Полнота опубликованных результатов работы, соответствие автореферата содержанию диссертации

Основные результаты диссертационной работы отражены автором в 69 публикациях, из них 29 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 2 статьи в зарубежном научном журнале, индексируемом Web of Science, 9 статей в российских научных журналах, переводные версии которых индексируются Web of Science и/или Scopus), 6 статей в приложениях к научным журналам, 1 статья в сборнике избранных докладов по итогам Всесибирских чтений по математике и механике, 33 публикации в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических 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 оценивания состояний и параметров различных моделей дважды стохастических потоков событий при полной либо частичной наблюдаемости (при непродлеваемом мёртвом времени) потоков, а также в аналитическом решении задачи оценивания длительности мёртвого времени в различных моделях дважды стохастических потоков событий при продлеваемом и непродлеваемом мёртвом времени.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования разработанных алгоритмов оценивания состояний, параметров и длительности мёртвого времени в дважды стохастических потоках событий в условиях полной либо частичной наблюдаемости (при непродлеваемом и продлеваемом мёртвом времени) потоков при решении задач анализа и проектирования автоматизированных систем управления, информационно-вычислительных систем, компьютерных сетей и их адаптации к информационным потокам сообщений. Полученные результаты позволяют определить среднее число потерянных сообщений на интервале наблюдения за потоком при наличии мёртвого времени.

Возможность использования результатов работы

Результаты диссертационной работы представляют интерес для специалистов в области теории вероятностей и статистики случайных процессов и потоков случайных событий, теории массового обслуживания и теории дважды стохастических потоков событий. Результаты работы используются в учебном процессе на факультете прикладной математики и кибернетики Национального исследовательского Томского государственного университета (при создании курсов лекций образовательных дисциплин «Методы идентификации и оценки параметров телекоммуникационных потоков», «Марковские системы обслуживания», «Имитационное

моделирование») и рекомендуются для внедрения в учебный процесс Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток) и других высших учебных заведений.

Замечания и недостатки диссертационной работы

Мне понравилась одна из основных идей работы решать статистические задачи оценки характеристик случайного потока точек (проверка гипотез и оценивание параметров) применительно не к точно определенному параметрическому семейству законов распределения, а к некоторой его ε -окрестности, в частности, когда законы распределения являются приближенно нормальными.

Этот подход позволяет существенно упростить данную задачу и адаптировать ее к наблюдениям за пуассоновским потоком точек со случайно меняющейся интенсивностью. Появляется возможность формировать различные достаточно эффективные эвристические приемы, наиболее детально рассмотренные в первой главе диссертации.

Но такой способ исследования требует оценок скорости сходимости в предельных теоремах теории вероятностей, в частности, в центральной предельной теореме. Если следовать идеологии оценивания устойчивости вероятностных моделей, развиваемого и широко пропагандируемого В.М. Золотаревым и его учениками, то в данной работе необходимо не только оценивать погрешности аппроксимации закона распределения, но и вставлять эти оценки в известные статистические процедуры.

В частности, используя лемму Неймана –Пирсона, необходимо вместо оптимального искать ε -оптимальное байесовское решающее правило. Аналогично, можно воспользоваться методом максимального правдоподобия для оценки параметра распределения близкого к нормальному. Здесь также нужны соответствующие оценки погрешностей.

Мне представляется, что предложенная в первой главе эвристическая процедура оптимизации по длине интервала T наблюдения за потоком входит в противоречие с использованием центральной предельной теоремы (ЦПТ). Во-первых, ЦПТ справедлива при $T \rightarrow \infty$, во-вторых, средние (дисперсии) условного числа точек потока на отрезке $[0, T]$, вычисляемые при различных значениях λ в момент времени T , асимптотически эквивалентны.

Однако сама эвристическая идея варьирования длиной интервала T представляется плодотворной. Так, если ограничиться предположением, что на отрезке $[0, T]$ вероятность скачкообразного изменения интенсивности пуассоновского потока мала, то тогда с вероятностью близкой к единице

распределение числа точек на этом отрезке имеет пуассоновское распределение с тем или иным значением интенсивности λ . Зная априорные вероятности того, что поток имеет то или иное значение параметра λ , можно попытаться построить приближенную версию леммы Неймана-Пирсона.

Общее заключение

Идея использовать для оценивания параметров предельные распределения, а также некоторые расчеты диссертантки такие, как оценки параметров потока методом моментов, вычисление дисперсий и средних нормальных распределений числа точек случайного потока на отрезке наблюдения по моему мнению представляются интересными не только для специалистов по системному анализу и теории массового обслуживания, но и для специалистов по теории вероятностей и математической статистике. Поэтому отмеченные недостатки ни в коей мере не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Нежелской Л.А.

Диссертационная работа Нежелской Л.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой аналитически решены актуальные задачи оценивания состояний, параметров и длительности мёртвого времени в различных моделях дважды стохастических потоков событий, функционирующих в условиях полной и частичной наблюдаемости (при непродлеваемомся и продлеваемомся мёртвом времени) потоков. Совокупность разработанных теоретических положений можно квалифицировать как научное достижение в теории дважды стохастических потоков событий.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Нежелской Л.А. «Оценка состояний и параметров дважды стохастических потоков событий», представленная на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управления и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации), соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Нежелская Людмила Алексеевна заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук.

Официальный оппонент
Главный научный сотрудник научно-исследовательской группы
вероятностных методов и системного анализа Федерального

государственного бюджетного
учреждения науки Института
прикладной математики
Дальневосточного отделения
Российской академии наук, доктор
физико-математических наук (05.13.01
– Системный анализ, управление и
обработка информации), профессор

10 марта 2017 г.

Цициашвили

Цициашвили Гурами Шалвович

Подпись г.н.с. ИПМ ДВО РАН
Цициашвили Г.Ш. заверяю.

Ученый секретарь ИПМ ДВО РАН,
к.ф.-м.н. Святуха



Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт прикладной математики
Дальневосточного отделения
Российской академии наук
690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7
Тел.: 8 (4232) 312375
E-mail: admin@iam.dvo.ru
Веб-сайт: <http://www.iam.dvo.ru/>