

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

Математические модели теории массового обслуживания в настоящее время широко применяются при решении задач анализа и оптимизации функционирования систем управления транспортными потоками, разнообразных экономических систем, call-центров (центров обработки вызовов), телекоммуникационных сетей и других. Развитие спутниковых, мобильных и компьютерных сетей послужило стимулом к рассмотрению дважды стохастических потоков в качестве математических моделей потоков событий в реальных телекоммуникационных и информационно-вычислительных сетях связи, вследствие того, что модель простейшего потока, широко применяемая до середины 80-х годов прошлого столетия, перестала быть адекватной реальным потокам событий. Зарубежными и отечественными учёными при описании подобных входящих потоков используются термины: дважды стохастические потоки событий (Doubly Stochastic Poisson Process), МАР-потоки (Markovian Arrival Process), МС-потоки (Markov Chain).

Автором предложена классификация МАР-потоков на МАР-потоки первого порядка и МАР-потоки второго порядка. Интенсивность таких потоков событий изменяется со временем и эти изменения носят случайный характер. В диссертационной работе Нежелской Л.А. исследуются различные модели дважды стохастических потоков событий (МАР-потоков), интенсивность которых представляет собой кусочно-постоянный случайный (принципиально ненаблюдаемый) скрытый марковский процесс с двумя состояниями. На практике параметры, описывающие входящий поток событий, могут быть полностью либо частично неизвестны, что создаёт трудности при решении задачи адаптации реальной системы к такому входящему потоку. Кроме того, необходимо учитывать также фактор мёртвого времени регистрирующего прибора, вызывающий неполную наблюдаемость входящего потока событий и искажающий реальную картину.

Диссертационная работа Нежелской Л.А. посвящена решению актуальной задачи оценивания состояний и неизвестных параметров дважды

стохастических потоков событий, функционирующих в условиях полной либо частичной наблюдаемости потоков, а также решению задачи оценивания длительности мёртвого времени в схеме с продлевающимся и непродлевающимся мёртвым временем с тем, чтобы иметь возможность осуществлять управление реальными системами с подобными входящими потоками. Всё это говорит о том, что исследования, проведённые в диссертационной работе, являются актуальными для теории дважды стохастических потоков событий.

Новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, имеющих в диссертационной работе, заключается в следующем:

- дважды стохастические потоки событий классифицированы на МАР-потоки первого порядка и МАР-потоки второго порядка и впервые предложены математические модели дважды стохастических потоков: полусинхронного, синхронного, полусинхронного альтернирующего, обобщённого полусинхронного, обобщённого асинхронного, МАР-потока, модулированного МАР-потока при их частичной (при непродлеваемом и продлеваемом мёртвом времени) наблюдаемости;
- представлен пороговый эвристический алгоритм оценивания состояний асинхронного потока при полной наблюдаемости за его событиями, учитывающий ошибки измерений моментов наступления событий наряду со старением информации;
- для отдельных видов дважды стохастических потоков при их полной либо частичной (при непродлеваемом мёртвом времени) наблюдаемости аналитически решены задачи оптимальной, согласно критерию максимума апостериорной вероятности, оценки состояний по наблюдениям за моментами наступления событий потока;
- для некоторых введённых моделей дважды стохастических потоков при полной либо частичной (при непродлеваемом мёртвом времени) наблюдаемости за моментами наступления событий потока аналитически методом моментов решены задачи оценивания параметров и длительности мёртвого времени;
- для обобщённого асинхронного потока событий с учётом явного вида апостериорной вероятности состояний потока и явного вида плотности вероятности значений длительности интервала между соседними событиями в потоке предложен алгоритм расчёта условной вероятности ошибки принятия решения о состоянии потока в произвольный момент времени, а также приведены явные формулы для безусловной вероятности ошибки оценивания (при выполнении условий рекуррентности);

– для обобщённого асинхронного, обобщённого полусинхронного и модулированного МАР-потока событий (при наличии непродлевающегося мёртвого времени) аналитически модифицированным методом моментов и методом, основанным на методе максимального правдоподобия, решены задачи оценивания длительности мёртвого времени;

– для рекуррентного синхронного и рекуррентного полусинхронного потоков событий при частичной наблюдаемости потоков аналитически методом моментов решены задачи оценки длительности мёртвого времени при продлеваемом мёртвом времени.

Все полученные и представленные автором диссертации результаты вносят существенный вклад в теорию случайных потоков событий, в частности, в теорию дважды стохастических потоков событий и могут быть использованы исследователями систем и сетей массового обслуживания с входящими потоками событий подобного типа.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, изложенных в диссертации

Достоверность научных положений, сформулированных автором, подтверждается обоснованным и корректным применением методов математического анализа и линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, теории дифференциальных уравнений и вариационного исчисления, теории марковских случайных процессов при построении и решении систем алгебраических и дифференциальных уравнений, интегральных уравнений, а также при доказательстве утверждений, лемм, теорем и анализе численных результатов статистических экспериментов, проведённых на имитационных моделях введённых в рассмотрение потоков. Полученные и выносимые автором на защиту результаты в полной мере докладывались и обсуждались на многочисленных всероссийских и международных конференциях, что доказывает достоверность и обоснованность изложенных в диссертации положений и выводов.

Полнота опубликованных результатов работы, соответствие автореферата содержанию диссертации

Основные результаты диссертационной работы отражены автором в 69 публикациях, из них 29 статей опубликованы в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной 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 хорошо структурирован, адекватно и в полной мере отражает основные научные положения диссертации.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в аналитическом решении задач оптимального оценивания состояний дважды стохастических потоков событий (при полной либо частичной наблюдаемости) с использованием критерия максимума апостериорной вероятности, а также в аналитическом решении задач оценивания параметров потоков (при полной и неполной наблюдаемости) и длительности мёртвого времени в условиях непродлевающегося и продлевающегося мёртвого времени методом моментов, модифицированным методом моментов и методом, основанным на методе максимального правдоподобия.

Практическая ценность диссертационного исследования заключается в том, что предложенные автором алгоритмы оптимального оценивания состояний и алгоритмы оценивания параметров и длительности мёртвого времени в дважды стохастических потоках при их полной либо частичной наблюдаемости могут быть использованы при проектировании информационно-вычислительных сетей различной конфигурации и решении задачи их адаптации к реальным потокам сообщений.

Возможность использования результатов работы

Полученные автором диссертационного исследования результаты вносят существенный вклад в развитие теории случайных потоков событий, в частности, дважды стохастических потоков событий и представляют интерес для учёных-исследователей в области 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 «Методы идентификации и оценки параметров телекоммуникационных потоков», «Марковские системы обслуживания», «Имитационное моделирование») и рекомендуются для внедрения в учебный процесс Белорусского, Гомельского и Гродненского государственных университетов Республики Беларусь и других высших учебных заведений.

Замечания и недостатки диссертационной работы

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Плотность распределения вероятностей длительности интервала между двумя соседними моментами поступления требований МАР-потока не является столь уж важной характеристикой. Вообще говоря, МАР-поток является коррелированным, следовательно, гораздо больший интерес представляет плотность совместного распределения любого конечного числа промежутков времени между моментами поступления требований. Только в случае рекуррентного потока плотность вероятности промежутков времени между моментами поступления является исчерпывающей характеристикой. Однако указанный недостаток учитывается в дальнейшем, когда находится плотность совместного распределения двух соседних промежутков времени между моментами поступления требований.

2. В диссертационной работе не приводятся доказательства некоторых результатов автора, и их приходится искать в оригинальных статьях, что создает определенные неудобства для чтения.

3. Некоторым недостатком работы является отсутствие исследования различных свойств построенных оценок (несмещенность, состоятельность, эффективность, асимптотическая эффективность и нормальность). Это замечание не касается использования метода максимального правдоподобия, поскольку хорошо известно, что оценки максимального правдоподобия асимптотически хороши (асимптотически несмещенные, асимптотически эффективные и асимптотически нормальные).

4. В последней главе получены преобразования Лапласа плотностей распределения вероятностей периода ненаблюдаемости и длительностей между двумя соседними моментами поступления требований, хотя эти результаты было бы легко обобщить на случай, когда соответствующие распределения не обязательно являются абсолютно непрерывными. Для этого надо заменить преобразования Лапласа плотностей на преобразования Лапласа-Стилтьеса соответствующих функций распределения.

Указанные замечания и недостатки не снижают положительную оценку диссертационного исследования Нежелской Л.А. Диссертантом исследованы как известные в литературе потоки, так и введенные ею лично новые классы потоков. Проведена огромная работа по аналитическому и численному исследованию статистических свойств большого количества этих важных для приложений потоков. При этом методично и грамотно исследованы практически все возможные случаи.

Общее заключение

Диссертационная работа Нежелской Л.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены математические модели

дважды стохастических потоков событий в различных условиях функционирования потоков – при полной наблюдаемости событий потоков, а также при непродлеваемом и продлеваемом мёртвом времени и разработаны алгоритмы оценивания состояний, параметров и длительности мёртвого времени в различных видах дважды стохастических потоков на основании строгих аналитических результатов и выкладок. 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, управление 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,
заведующий кафедрой экономической
кибернетики и теории вероятностей
учреждения образования «Гомельский
государственный университет имени
Франциска Скорины»,
доктор физико-математических наук
(специальность 05.13.16 – Применение
вычислительной техники, математического
моделирования и математических методов
в научных исследованиях), профессор
16 марта 2017 г.

 Малинковский Ю. В.

Подпись Малинковского Юрия Владимировича заверяю

Проректор по научной работе
УО «ГГУ им. Ф. Скорины», д.т.н. профессор



Демиденко О. М.

Учреждение образования «Гомельский
государственный университет имени Франциска Скорины»
246019, ул. Советская, 104, г. Гомель,
Республика Беларусь
Тел.: 8-10-375 (0232) 57-16-73
E-mail: economcyber@gsu.by
Веб-сайт: www.gsu.by