

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Жаркова Максима Леонидовича «Стохастические методы и алгоритмы в задачах моделирования микрологистических систем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность диссертационной работы

Рост экономики закономерно порождает увеличение объемов транспортных перевозок и количества подвижного состава, одновременно находящегося в транспортной сети. Это приводит к высокой интенсивности и плотности транспортных потоков, что влечет перегруженность дорожно-транспортной сети, возникновению «пробок» и снижению скорости передвижения наземного транспорта. Одним из признанных эффективных способов решения данных проблем является организация мультимодальных перевозок, что требует наличия (или строительства) особых логистических терминалов. В общем случае такие терминалы относятся к классу микрологистических транспортных систем (микро-ЛТС). Эти объекты имеют довольно сложную организационную структуру, которая предполагает многофазный процесс их обслуживания. В таких случаях применение методов математического и имитационного моделирования, как правило, позволяет лучше понять происходящие процессы и способствует росту эффективности функционирования этих систем.

Помимо своей сложной структуры, сложность моделирования микро-ЛТС обусловлена влиянием большого количества факторов (как детерминированных, так и стохастических), оказывающих воздействие на их работу. Поэтому наиболее подходящими и удобными инструментами исследования микро-ЛТС представляются разного рода вероятностные (стохастические) модели, в частности, системы массового обслуживания (СМО).

Отметим, что каждая микро-ЛТС, наряду с общими для таких систем элементами, обладает целой серией индивидуальных особенностей, в частности – месторасположением, планировочным решением, наличием определенных видов транспорта, характеристиками грузопотоков и т.д. Это означает, что создания и фиксации единой обобщенной модели для таких объектов может оказаться недостаточно. Требуется методика, позволяющая

моделировать различные по своей структуре и назначению микрологистические транспортные системы.

Из вышесказанного следует, что разработка методики, позволяющей создавать и исследовать многофазные стохастические модели работы микро-ЛТС, безусловно, актуальна.

Диссертационная работа М. Л. Жаркова «Стохастические методы и алгоритмы в задачах моделирования микрологистических систем» как раз и посвящена разработке методики математического моделирования работы микро-ЛТС на основе теории массового обслуживания и созданию программно-алгоритмического инструментария для исследования сформированных моделей.

Научная новизна, практическая ценность полученных результатов

Новизна полученных результатов и их научная ценность заключается в следующем:

1. Разработана методика формирования математических моделей работы микро-ЛТС, особенность которой заключается в применении модели BatchMarkovianArrivalProcess (*BMAP*, «пакетный марковский процесс прибытия») для описания входящего материального потока и учете многофазной структуры микро-ЛТС. Ранее модель *BMAP* в сфере транспорта не применялась.
2. Предложен численный метод оценки параметров работы многофазной СМО с групповым поступлением заявок на основе метода имитационного моделирования.
3. Сформирована имитационная модель многофазной микро-ЛТС с групповым поступлением заявок и создан программный комплекс для моделирования и расчета параметров систем массового обслуживания.
4. Построены стохастические модели работы железнодорожной (грузовой) и городской (пассажирской) микро-ЛТС в виде многофазных СМО с *BMAP*-потоками. Получены оценки параметров работы этих СМО и сделаны содержательные выводы о рассмотренных транспортных системах. Выработаны практические рекомендации по улучшению их технических характеристик.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая и практическая значимость исследования определяется

следующим:

1. Полученные результаты вносят вклад в развитие теории массового обслуживания, на их основе возможно дальнейшее исследование более сложных СМО, например, с большим числом фаз;
2. Основные научные результаты по теме диссертации использованы при выполнении грантов РФФИ: № 13-06-00653 и № 16-06-00464 (рук. М.Б. Петров), № 14-07-00222 и № 18-07-00604 (рук. А.А. Лемперт);
3. Разработанная методика построения математических моделей может быть применена для анализа характеристик реальных объектов, подверженных влиянию стохастических факторов, как в области транспорта, так и в других сферах деятельности человека;
4. Разработанный программный комплекс позволяет определять параметры работы различных по структуре и назначению микро-ЛТС.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов подтверждается:

Квалифицированным применением классического математического аппарата (методов анализа сетей, теории массового обслуживания, теории случайных процессов, математического и имитационного моделирования, теории вероятностей и математической статистики);

верификацией и сходимостью результатов расчетов, проведенных на реальных (натурных) данных с объектов исследования, с фактическими параметрами реальных микро-ЛТС;

положительными оценками результатов работы со стороны специалистов в области транспорта.

Основные научные положения диссертационного исследования получили одобрение на ряде международных, всероссийских и региональных конференций. Имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация включает введение, 5 глав основного текста, заключение, список сокращений и условных обозначений, библиографический список из 179 наименований и приложение. Общий объем диссертации 191 страница.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована его цель и основные задачи, определена научная новизна.

В первой главе проведен аналитический обзор научных исследований по построению и изучению математических моделей различных транспортно-логистических систем. Показано, что в случае воздействия большого числа случайных факторов, что характерно для микро-ЛТС, наиболее адекватными оказываются вероятностные стохастические модели, среди которых выделяются СМО. В этой связи проведен анализ современного состояния исследований в области теории массового обслуживания.

Во второй главе строятся модели входящих потоков заявок в различные микро-ЛТС, основанные на модели *BMAP*.

В третьей главе предложена методика моделирования работы микро-ЛТС, имеющих вид многофазных СМО с групповым поступлением заявок. Приведены результаты аналитического исследования некоторых частных случаев и численно-аналитический метод нахождения стационарных вероятностей состояний, возникающих СМО.

В четвертой главе приведены принципы построения имитационной модели для многофазной СМО и ее программная реализация, описан созданный автором диссертации программный комплекс, и выполнена проверка его работоспособности.

В пятой главе построены стохастические модели работы ТПУ «Владыкино», «Кутузово» и планируемого ТПУ в Екатеринбурге. С помощью программного комплекса определены оценки эффективности функционирования, текущего уровня работы и максимально допустимой нагрузки для рассматриваемых систем.

Автореферат отражает основные положения диссертационной работы. Оформление диссертационной работы и автореферата отвечает предъявляемым требованиям ВАК.

Замечания по диссертации

Диссертационная работа производит очень хорошее впечатление. Тем не менее, при изучении работы, у оппонента возникли следующие замечания:

1. В главе 2 непонятно, почему автор, при моделировании дискретных случайных величин, использует именно нормальный закон распределения.
2. В п. 2.2.2. рассматриваются отклонения движения поездов от графика (ОДГ), которые обычно принимают как положительные (опережения), так и отрицательные (опоздания) значения. Автор же рассматривает

абсолютные значения ОДГ (модуль отклонения), что снижает точность полученных результатов.

3. В главе 3 предлагается численно-аналитический метод нахождения стационарных вероятностей состояний СМО. Он заключается в том, что записывается система уравнений равновесия, которая описывает распределение вероятностей состояний СМО, в виде системы линейных алгебраических уравнений, которая затем решается известными численными методами. В работе отсутствует обоснование научной значимости такого метода.
4. В главе 3 автор описывает программный комплекс. Отмечается, что программа способна генерировать случайные величины по равномерному, нормальному, экспоненциальному или гамма распределениям. Однако в работе не приводятся конкретные алгоритмы, с помощью которых происходит генерация этих случайных последовательностей.
5. Главы 4 и 5, учитывая их небольшой объем (до 20 стр.), можно было бы объединить в одну главу.
6. Имеются многочисленные стилистические погрешности при оформлении текста работы (например, на стр. 86 – неверное использование знаков препинаний, на стр. 130 отсутствует знак, обозначающий вероятность отказа и т.д.), в тексте диссертации имеются орфографические ошибки.

Общее заключение

Высказанные выше замечания не снижают высокого уровня проведенной соискателем работы и ее научной ценности. Оппонент считает, что диссертационная работа Жаркова Максима Леонидовича «Стохастические методы и алгоритмы в задачах моделирования микрологистических систем» является законченной научно-квалификационной работой. Полученные результаты являются новыми, обоснованными, имеют научную и практическую значимость.

Работа прошла достаточную апробацию, основные её результаты отражены в 21 печатной работе. Из них 2 статьи в изданиях, индексируемых в Web of Science, и 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертаций.

Тематика диссертации соответствует следующим пунктам специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»: п.1. Разработка новых математических

методов моделирования объектов и явлений; п.4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; п.5. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Работа Жаркова М. Л. «Стохастические методы и алгоритмы в задачах моделирования микрологистических систем» отвечает требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Жарков Максим Леонидович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор
кафедры алгебры и фундаментальной
информатики ФГАОУ ВО «УрФУ
имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина»



«XX мая 2019 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.

Телефон: 8-800-100-50-44, 8 (343) 375-44-44.

сайт: <https://urfu.ru>

e-mail: contact@urfu.ru

П.А. Панова

УрФУ