

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Игнатова Алексея Николаевича «Математическое и алгоритмическое обеспечение для принятия решений на графовых структурах», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Игнатов Алексей Николаевич окончил с отличием факультет «Прикладная математика и физика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) в 2014 г. В 2016 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Синтез оптимальных стратегий в двухшаговых задачах стохастического оптимального управления билинейной моделью с вероятностным критерием» по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» под моим руководством.

После защиты кандидатской диссертации Игнатов А.Н. продолжил работу на кафедре 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование» факультета «Прикладная математика и физика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) последовательно в должностях ассистента, старшего преподавателя, а затем и доцента. В это время Алексей Николаевич продолжил исследование двухшаговых и многошаговых задач с вероятностным критерием. Однако представленное к защите диссертационное исследование «Математическое и алгоритмическое обеспечение для принятия решений на графовых структурах», хотя и связано с кандидатской диссертацией использованием аппарата смешанного целочисленного линейного программирования, является по сути другим исследованием, что только увеличивает ценность работы в виду разработки методов и алгоритмов для еще одной области математики.

Диссертация Игнатова А.Н. представляет собой цельный научный труд, затрагивающий все аспекты принятия решения на графовых структурах: выбор маршрута и времени движения между вершинами, анализ надежности выбранного режима движения между вершинами. Кроме того, по мотивам исследования различных задач смешанного целочисленного линейного программирования был предложен статистический метод сравнения решателей таких задач.

Актуальность данной работы вызвана тем, что каждая из подзадач принятия решений на графовых структурах требовала дополнительного исследова-

ния. В частности, необходимо решить проблему финитности горизонта планирования – промежутка времени, на которое строится расписание. Такая проблема возникает в силу того, что непонятно, в каком направлении и с помощью чего двигаться по графу транспортной сети при появлении груза (заказа, заявки) ближе к концу горизонта планирования. Все эти проблемы были решены в рамках диссертационного исследования.

Очевидной теоретической ценностью работы является то, что в ней предлагаются алгоритмы приближенного решения задач смешанного целочисленного линейного программирования высокой размерности. В частности, предложенные алгоритмы позволяют найти решение в ряде задач смешанного целочисленного линейного программирования специальной структуры с порядка 100 млн. бинарных переменных. Прикладная ценность работы следует непосредственно из того, что в рамках диссертационного исследования были обработаны реальные статистические данные, связанные со сходами с рельсов грузовых поездов. Данная информация впоследствии была использована для формирования нового функционала качества перевозок – интегрального (на всем пути следования) риска движения.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, приложения, заключения и списка литературы. Во введении обосновывается актуальность темы, приводится обзор известных результатов в области диссертационного исследования, а также описывается содержание работы по главам и разделам.

В первой главе рассматривается задача формирования расписания движения в транспортной сети, представляемой неориентированным мультиграфом. Движение между вершинами предполагается возможным в заданные моменты времени. Строится система ограничений, описывающая движение по мультиграфу транспортной сети. Формируется универсальный критерий качества перевозок. Для решения поставленной задачи поиска в виду ее высокой размерности предлагается алгоритм поиска приближенного решения, построенный на основе вспомогательной системы ограничений. Также рассматривается задача по установлению промежутка времени, в который некоторые ребра транспортной сети закрываются для движения – задача назначения “технологического окна”. Она формулируется в виде задачи смешанного целочисленного линейного программирования. Для ее приближенного решения формируется алгоритм и его различные подвиды.

Во второй главе рассматривается задача поиска маршрута и времени движения по транспортной сети, представляемой неориентированным графом. Движение между вершинами предполагается возможным в произвольные мо-

менты времени. Расписание движения строится с учетом технологических особенностей транспортной сети, которые учитываются на основе функции занятости ребер. Такое расписание формируется на основе решения задач смешанного целочисленного линейного программирования. Формулируются различные критерии для задачи назначения “технологического окна”.

В третьей главе рассматривается ряд прикладных задач по управлению надежностью на железнодорожном транспорте. В частности, проводится прикладное статистическое исследование, посвященное оцениванию последствий при сходе с рельсов грузовых поездов в зависимости от различных факторов движения: скорости, количества вагонов и других факторов.

В четвертой главе разрабатывается концепция интегрального риска (общего на всем пути следования) транспортного средства на выбранном маршруте следования. Постулируются две функции риска: вероятность того, что произойдет неблагоприятное событие; средний ущерб при перевозке. С использованием результатов, полученных в главе 3, производится расчет данных функций.

В пятой главе разрабатывается статистический метод сравнения решателей задач смешанного целочисленного линейного программирования. Для этого выбирается ряд программных сред и ряд решателей, в частности, используются решатели CPLEX и Gurobi. Отличительной чертой предложенного метода является многократное повторение одной и той же задачи с варьированием исходных данных.

В приложении описываются исходные данные для расчета одной из задач в первой главе диссертации.

Все результаты диссертации получены автором самостоятельно. Основные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах и докладывались на различных международных и всероссийских научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, среди которых 10 статей в журналах из перечня рецензируемых научных изданий ВАК, проиндексированных в Web of Science или Scopus, 1 статья в трудах конференции, проиндексированная в Scopus, 4 статьи из перечня рецензируемых научных изданий ВАК. Получено 4 государственных свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, сделано 11 публикаций в других научных изданиях и материалах конференций.

Диссертация Игнатова А.Н. на соискание ученой степени доктора физико-математических наук обладает внутренним единством, широким обхватом тем и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, ре-

зультаты которой в силу использования графовых структур и изучения задач по передвижению между вершинами графов позволяют увеличить связность территории Российской Федерации. Это позволяет утверждать, что диссертационное исследование является научным достижением, а в ее рамках имеется решение научной проблемы, имеющей важное политическое, социально-экономическое, культурное и хозяйственное значение, а также изложены новые научно обоснованные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Полученные новые результаты имеют важную научную и практическую значимость в области решения задач системного анализа и управления на графовых структурах. Работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Считаю, что Игнатов Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Научный консультант:

д.ф.-м.н., профессор,
заведующий кафедрой 804
«Теория вероятностей и
компьютерное моделирование» МАИ

Подпись Кибзуна А.И. удостоверяю.

Директор дирекции института «Компьютерные
науки и прикладная математика» МАИ


19.12.2024

А.И. Кибзун




С.С. Крылов