

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
ИНСТИТУТ СИСТЕМ ИНФОРМАТИКИ
им. А.П. Ершова
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ИСИ СО РАН)

Академика Лаврентьева проспект, 6, Новосибирск, 630090
тел. (383) 330-86-52, факс (383) 332-34-94
e-mail: iis@iis.nsk.su, <http://www.iis.nsk.su>
ОКПО 03945008, ОГРН 1025403664340,
ИНН/КПП 5408100201/540801001

От _____ № _____

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки

Института систем информатики

им. А.П. Ершова Сибирского отделения
Российской академии наук, д.ф.-м.н.



Пальянов А.Ю.

« 09 » *сентября* 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Герштейна Аркадия Михаила

"Программные инструменты для построения безопасных маршрутов транспорта"

по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность работы обусловлена собственно её темой – повышением безопасности дорожного движения. Естественно, что для достижения этой цели необходим широкий комплекс мер – административных, инженерно-строительных, контролирующих, образовательных и многих других. Одной из возможностей повышения безопасности является неявное управление транспортными потоками путём вычисления наиболее безопасных маршрутов навигационными системами, получивших в последнее время повсеместное распространение. Именно этой теме и посвящена рассматриваемая работа. На самом деле, как отмечается в работе, аналогичные постановки появляются и в других областях, таких как перевозка опасных грузов, безопасность пешего пути с точки зрения криминальной обстановки, освещённости и т.п. Исследования в этой области проводятся довольно давно. Практически любая навигационная система помимо собственно длины маршрута учитывает и другие факторы, такие как выезд на магистрали, наличие пробок, пропускная способность и качество отдельных участков, количество необходимых манёвров в ходе движения и т.п. Основная идея работы заключается в изменении алгоритма вычисления предлагаемого пути на основе сбора статистики о дорожно-транспортных происшествиях, их месте и тяжести. Такой подход позволяет существенно повысить обоснованность и достоверность предлагаемых маршрутов и применяется впервые.

36-06-54 от 15.01.2025

В первой главе диссертации представлен основательный обзор современных систем навигации, использующих текущие координаты транспортного средства и прокладывающих маршрут движения с учётом длины дороги, среднего времени её прохождения и количества пробок за определённый период времени. Отмечается, что решение задачи требует нахождения компромисса между безопасностью маршрута и временем его прохождения. Таким образом, возникает задача об оценке вероятности попадания в ДТП при выборе того или иного маршрута.

Вторая глава работы посвящена выявлению участков повышенной опасности на дорогах. Исследование проводится на примере данных департамента транспорта Массачусетса (США) в 2013-2018 годах. Основная решаемая задача состоит в том, чтобы обнаружить статистически обоснованные кластеры ДТП к участкам дорожной сети. Кластеризация проводится на основании расстояния, вычисляемого по дорожной сети. Кроме того, для обеспечения статистической обоснованности случайным образом генерируется множества точек на дорожной сети и результаты кластеризации сравниваются с теми, которые соответствуют реальным данным. Поскольку вычисление сетевого расстояния достаточно сложно, то автор предлагает использовать вместо него евклидово, и сравнивает результаты двух подходов.

В третьей главе рассматриваются вопросы построения оптимального маршрута с учётом собранной информации об участках повышенной опасности. Основная идея заключается в изменении стоимости (времени проезда) дорог, содержащих участки повышенной опасности. В крайних случаях, стоимость делается такой высокой, что дорога практически исключается из рассмотрения. Далее рассматривается вопрос о том, насколько сделанные изменения влияют на улучшение ситуации. Для исходной и модифицированной сети вычисляется транспортная доступность как сумма минимального времени проезда из одной точки в другую, и сравнивается насколько удалось избежать опасных участков и как при этом изменилась длина пути. Здесь автором предложен метод, являющийся по существу факторизацией дорожной сети по отношению к множеству узлов прямоугольной сетки, что позволяет понизить размерность задачи.

Четвёртая глава посвящена вопросу масштабируемости предложенного подхода. Если в третьей главе исследования проводились на данных относительно небольшого города Спрингфилд (США), то здесь объектом рассмотрения становится гор. Москва. Для уменьшения размерности задачи предлагается рассматривать не все ДТП, а только наиболее статистически значимые. Кроме того, базовый метод предлагается модифицировать так, что участки с повышенной опасностью не просто блокируются, а их стоимость увеличивается на определённую величину, оптимальное значение которого определяется путём вычислительных экспериментов.

Пятая глава для подтверждения достоверности предложенного метода повторяет эксперимент, описанный в главе 4, на данных гор. Санкт-Петербург.

Шестая глава описывает подробности реализации разработанных инструментов: форматы исходных и промежуточных данных и средства их обработки.

Основные полученные результаты

1. Разработан метод нахождения устойчивых и статистически значимых кластеров ДТП;
2. Для нахождения сегментов дороги, содержащих статистически значимое число ДТП, предложен метод статистических испытаний, состоящий в сравнении реального числа ДТП с числом, полученным из предположения о равномерном распределении ДТП по дорожной сети;
3. Предложен новый показатель эффективности маршрутизации, учитывающий как относительный риск ДТП, так и время увеличение времени проезда;
4. На основе предложенного критерия разработан метод альтернативной маршрутизации.

Замечания по диссертационной работе

1. Ссылка на сомнительный ресурс на стр. 15 кажется неуместной для диссертации, тем более, что по основам теории графов есть большое количество монографий;
2. Некоторые используемые понятия используются раньше их определения, Например, понятие «метакластер» используется на стр. 34, а определяется на стр. 44;
3. В диссертации практически нет формул, хотя многие определения можно было дать не длинным словесным описанием, а кратко, точно и понятно задать в виде математической формулы;
4. Не вполне понятно, что имеется ввиду на стр. 22, когда говорится, что «дорожная сеть представляет собой, по существу, одномерный объект с иными представлениями о расстоянии», а также нет точного определения того, что понимается под «расстоянием по дорожной сети» и является ли оно метрикой;
5. На стр. 46 предлагается исключать из рассмотрения «заблокированные» маршруты, что представляется не вполне корректным, поскольку само наличие таких маршрутов говорит о том, что транспортная сеть становится несвязной и «исключать» надо всю сеть;
6. Пятая глава выглядит как повторение четвертой с точностью до источника данных с дословным копированием предложений и целых абзацев. Вывод о том, что «получение сходных результатов для Санкт-Петербурга путем повторения алгоритма, ранее примененного для Москвы [58], позволяет говорить об устойчивости предложенного метода и возможности его

использования и для других городов», представляется не вполне убедительным, поскольку транспортные сети этих двух городов во многом сходны (наличие кольцевой дороги, высокая связанность и т.п.) и могут отличаться по своей топологии от транспортных сетей других городов;

7. Оценки сложности вычислений носят весьма приблизительный характер, например «довольно долго» (стр. 92). Это делает невозможными выводы как об обоснованности использования тех или иных инструментов, так и о масштабируемости подхода в целом. Возможно, это является следствием того, что для решения большинства задач автор использует сторонние инструменты, но и в таком случае оценки сложности зачастую хорошо известны;
8. Использование суммы времени проезда для всех пар узлов в качестве характеристики для сравнения транспортных сетей может оказаться не вполне адекватной. Во-первых, не все пары узлов равнозначно участвуют в загрузке сети, поскольку наибольшее движение обычно наблюдается из пригорода в центр и обратно. Во-вторых, такая характеристика не учитывает пропускной способности отдельных участков, а время проезда одной машины может существенно отличаться от времени проезда тысячи машин;
9. Предложенный подход не учитывает, что перераспределение потоков движения является задачей с обратной связью, поскольку попытка массово избежать участков с повышенной опасностью непременно создаст такие участки в других местах.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты исследований могут быть использованы при разработке систем навигации транспортных средств и в организациях, занимающихся организацией дорожного движения.

Заключение по диссертации. Сформулированная в диссертации цель исследования достигнута. Основные результаты в полной мере отражены в научных публикациях автора. Диссертационная работа Герштейн А.М. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на хорошем научном уровне. Диссертация корректно указывает личный вклад автора. Прделана значительная по объему и сложности работа. Диссертация соответствует требованиям п.9 "Положения о присуждении учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а её автор Герштейн А. М. достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию обсуждался и был утвержден на заседании Объединенного семинара "Интеллектуальные системы" и "Системное программирование" ИСИ СО РАН и кафедры программирования НГУ, протокол №1 от 09.01.2025 г.

Заведующий лабораторией
системного программирования
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт систем информатики
им. А.П. Ершова Сибирского отделения
Российской академии наук (ИСИ СО РАН),
кандидат физико-математических наук

 Бульонков Михаил Алексеевич

Подпись зав. лабораторией ИСИ СО
к.ф.-м.н. Бульонкова М.А. заверяю

Личную подпись заверяю
Начальник
отдела кадров



 118 Ершова Л.Ф.

Ученый секретарь ИСИ СО РАН,
к.ф.-м.н.

 Е.А.Насибулов

« 9 » января 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова
Сибирского отделения Российской академии наук,
630090, Российская Федерация, г. Новосибирск,
проспект Академика Лаврентьева, 6,
(383) 330-86-52, <https://www.iis.nsk.su>, E-mail: iis@iis.nsk.su.