

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО

«ИГУ» профессор

А.В. Аргучинцев

« 3 » октября 2017 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Каташевцева Михаила Дмитриевича «Математическое моделирование контурных изображений и вычислительная сложность их анализа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

**Актуальность темы исследования.** Разработка эффективных вычислительных методов решения информационных задач является важнейшим направлением развития современных информационных технологий (и, в целом, прогресса, так как невозможно представить современную науку, технику и общественную жизнь без использования компьютеров, подключенных к Интернет-пространству).

В идеале, эти методы должны обеспечивать скорость решения ряда важных информационных задач вне зависимости от объема данных. И действительно, есть ряд важных информационных задач, где это возможно.

Наглядным (и очень важным) примером этого являются реляционные базы данных (БД), где вычислимость запросов определенных типов зависит не от объема данных, а только линейно от сложности проекта самой БД.

Практическим подтверждением этого является скорость работы банковских систем, использующих сетевые реляционные БД, с их мировыми сетями терминалов и банкоматов, где можно проводить операции с вкладами и денежными средствами в любой точке мира за считанные секунды.

Отметим, что весьма близко к данному классу примыкают задачи поиска данных в Интернет-пространстве (полнотекстовые поисковые системы «Google», «Яндекс» и др.) по ключевым словам, где скорость поиска не замедляется из-за экспоненциального роста объема информации в глобальной сети.

Другим важным классом информационных задач являются вопросы распознавания образцов (образов), где при организации данных близкой к таблицам реляционных БД также могут быть получены результаты независимости скорости распознавания образцов от их количества, вернее, верхней границы сложности распознавания одного образца с добавкой только количества образцов (решению данных вопросов в значительной мере посвящена диссертационная работа).

Данное направление исследований (разработка эффективных вычислительных методов решения информационных задач) весьма актуально для

современной науки и техники в целом, как в теоретическом, так и практическом плане, где работают крупные транснациональные компьютерные корпорации, реализуются технологии «Big Table», «Big Data» и предполагается получение прорывных результатов в робототехнике, молекулярной биологии, системах искусственного интеллекта и других важных областях, имеющих определяющее значение для прогресса современного общества.

В диссертационной работе рассматриваются вопросы анализа контурных изображений (поиск образцов в изображении), получены оценки алгоритмической сложности такого анализа (близкие к аналогичным результатам для табличной организации данных), созданы программные комплексы, решающие прикладные задачи.

Предложенные в диссертационной работе методы и полученные на основе их результаты являются продолжением исследований:

- Д. Кнута и др. по эффективной вычислимости запросов для данных, представленных древовидными структурами;

- Э. Кодда и др. по табличной организации данных для реляционных сетевых СУБД (MS SQL Server, Oracle и др., включая технологии «Big Table»).

Результаты диссертационной работы могут интерпретироваться как принципиальная возможность получения для технологий «Big Data», по анализу изображений, практически таких же эффективных методов, как и в технологии «Big Table» для табличной организации данных.

**Постановка цели и задач исследования.** Целью исследования является построение моделей контурных изображений, которые, хотя и имеют более сложную организацию данных, чем таблицы реляционных БД, но позволяют получить почти аналогичные результаты по вычислительной сложности анализа контурных изображений, включая поиск изоморфных вложений образцов в анализируемое изображение.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработан алгоритм преобразования растра контурного изображения в нагруженный граф специального вида.

2. Построена модель растрового изображения, представляющая собой алгебраическую систему, образованную множеством ориентированных дуг, множеством связей между этими дугами дуг и их численными характеристиками.

3. Разработан алгоритм преобразования нагруженного графа специального вида в разработанную модель.

4. Проведено исследование и построены оценки сложности для задачи проверки изоморфных вложений образцов в анализируемое изображение.

5. Проведено исследование и построены оценки сложности для задачи проверки изоморфных вложений «сжатых» образцов в «сжатое» анализируемое изображение.

6. Проведено исследование и построены оценки сложности для задачи проверки частичных вложений образцов в анализируемое изображение.

7. Показано, что вычислительная сложность анализа плоских контурных

### **Научная новизна работы состоит в следующем:**

1. Построены математические модели контурных изображений, представленных ориентированными дугами, связям дуг и их численными характеристиками в градусном измерении, а также относительными размерами длин дуг.

2. Доказано, что, в рамках предложенной модели, задача проверки изоморфных вложений образцов в анализируемое изображение имеет линейную вычислительную сложность.

3. Разработана методика применения масштабных рядов контурных изображений, а также процедура сжатия, которые можно использовать для повышения эффективности анализа исходных изображений.

4. Предложен метод анализа плоских контурных изображений, представляющих объекты с наложениями и произведена оценка его эффективности.

**Структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 38 наименований, списка рисунков, списка таблиц и двух приложений. Общий объем работы составляет 100 страниц, из которых 84 основного текста, включает 30 рисунков и 7 таблиц. Структура работы в целом соответствует ее содержанию. При этом первое положение научной новизны обосновано в параграфе 2.4, второе, третье и четвертое – в параграфе 2.5.

**Научная значимость** заключается в создании специального алгоритмического, математического и программного обеспечения, позволяющего осуществлять интерпретацию контурных изображений.

**Практическая значимость работы** заключается в применении результатов диссертационного исследования при разработке комплекса программ для создания проектов организации дорожного движения внедренный в ОГКУ «Дирекция автомобильных дорог» Администрации Иркутской области. Также была разработана система, предназначенная для оценки устойчивости битумных эмульсий, внедренная в технопарке ИРНИТУ

**Полученные в диссертационной работе результаты могут быть рекомендованы** к использованию в практической деятельности организациями, занимающимися разработкой проектов организации дорожного движения, а также видео-диагностикой дорожного полотна. Результаты работы можно рекомендовать к использованию научно-исследовательскими организациями в различных сферах (например, в сфере разработки новых битумных эмульсий, анализом спутниковой фотосъемки и прочее).

### **Замечания по диссертационной работе.**

1. Как отмечается во введении работы «Предложенные в диссертационной работе методы и полученные результаты являются продолжением исследований:

- Д. Кнута и др. по эффективной вычислимости запросов для данных, представленных древовидными структурами;

- Э. Кодда и др. по табличной организации данных для реляционных сетевых СУБД (MS SQL Server, Oracle и др., включая технологии «Big Table»)), однако в

первой главе отсутствует обзор методов работы с данными, представленными древовидными структурами (например, двоичными деревьями и др.).

2. Использованию масштабных рядов для сжатия изображений соответствует «генерализация» для топографических карт, поэтому, возможно, для лучшего понимания полученных в диссертационной работе результатов можно было бы поместить небольшой обзор методов «генерализации», а не просто упомянуть об аналогии в картографии.

3. Анализ изображений с наложением образцов (первый и др. планы распознаваемых объектов) предполагает наличие точки съемки объектов и, наверное, это обстоятельство по крайней мере надо было обсудить в диссертационной работе (по принципиальной возможности сохранения полученных оценок сложности анализа).

4. Возможность автоматизации создания проектов организации дорожного движения (ПОДД) иллюстрируется только на формировании ограждений проезжей части автомобильных дорог на основании данных о геометрических параметрах и др., что не совсем убедительно. Возможно, имело смысл привести примеры формирования других элементов обустройства автомобильных дорог.

Тем не менее, указанные недостатки не снижают общей положительной оценки полученных научных результатов.

**Заключение.** Диссертационное исследование Каташевцева М. Д. выполнено на достаточно высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В работе построена модель контурных изображений, предложены алгоритмы решения задачи распознавания контурных изображений, имеющие эффективность, близкую к задаче поиска кортежей, удовлетворяющих ограничениям в реляционных базах данных, разработаны программные комплексы, использующие предложенные алгоритмы.

Результаты работы содержат новизну, обоснованы, имеют научное и практическое значение, соответствуют 1, 3 и 4 пунктам паспорта специальности 05.13.18.

Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, а ее автор Каташевцев Михаил Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по соответствующей специальности.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсуждены на расширенном заседании кафедры теории вероятностей и дискретной математики ИМЭИ ИГУ.

Протокол заседания кафедры № 3 от «23» октября 2017 г.

Зав. кафедрой теории вероятностей и  
дискретной математики ИГУ  
д.ф.-м.н., профессор

О.В. Кузьмин

