

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата физико-математических наук, **Яворского Ростислава Эдуардовича**
на диссертационную работу **Беляевского Кирилла Олеговича** на тему:
*«Методы и алгоритмы формирования и использования октодерев
для обработки облака точек лазерного сканирования
в ограниченном объеме оперативной памяти»*,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации (технические системы)

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа **Беляевского Кирилла Олеговича** посвящена решению актуальной задачи - сокращению потребления оперативной памяти при обработке результатов лазерного сканирования. Современные средства оцифровки пространственной информации позволяют получать высокоточные отображения реальных объектов. Одним из основных инструментов для оцифровки такой информации являются лазерные сканирующие устройства. Результатом сканирования являются облака точек, представляющие собой массив данных объемом до нескольких сотен гигабайт. С учётом того, что объем оперативной памяти в современных вычислительных устройствах отличается на порядок и редко превышает 32 ГБ, предлагаемые в диссертационной работе Беляевского К.О. методы и алгоритмы, позволяющие выполнять визуализацию и обработку облаков точек размер которых превышает объем доступной оперативной памяти, являются актуальными и современными.

Научная новизна результатов работы

В диссертационной работе соискателя получен ряд новых научных результатов, наиболее важными среди которых являются следующие:

1. Концептуальные модели организации обработки облака точек, формирования октодерев, компонентов вычислительного процесса обработки облака точек во внешней памяти, позволяющие выделить операции, которые могут быть ускорены при помощи предложенных в работе способов организации доступа к данным.
2. Модель иерархической структуры данных октодерев, позволяющая ускорить выполнение операций доступа к данным, и подходящая для

использования при работе с точками, расположенными как в оперативной, так и во внешней памяти.

3. Методы и алгоритмы, разработанные для обеспечения доступа к данным лазерного сканирования в процессе их обработки, структурирования, поиска и кодирования. Характерной особенностью предложенных автором методов является возможность обработки объемов данных, размер которых превышает доступные объемы оперативной памяти. При этом, применяемые автором способы снижения нагрузки на внешние системы хранения позволяют сократить затраты на обмен данными.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Основные положения, выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и аргументированы. Сформулированная в диссертации проблема была исследована и решена. Достоверность и достаточная степень обоснованности научных положений выводов и рекомендаций подтверждается подробным анализом источников по теме обработки и пространственного разбиения данных лазерного сканирования и публикацией основных результатов исследований в рецензируемых научных изданиях, в том числе индексируемых Scopus. Кроме этого полученные результаты были внедрены компанией ООО «ЭкоСкан» в программном комплексе для обработки, хранения и визуализации данных лазерного сканирования и фотосъемки, а также использованы в качестве алгоритмического и методического обеспечения в рамках проекта ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» по теме: «Исследование и разработка алгоритмов и программных средств по обработке, хранению и визуализации данных лазерного сканирования и фотосъемки».

Значимость для науки и практики полученных соискателем результатов

Разработанные автором методы позволяют решить сразу несколько актуальных практических задач. Во-первых, разработанные методы и алгоритмы открывают возможности для повышения точности сканирования и увеличения объёмов сканируемых пространств. Во-вторых, разработанные автором методы позволяют проектировать на их базе стороннее программное обеспечение для работы с большими облаками точек. Кроме этого, уменьшение объема требуемой оперативной памяти понижает требования к используемому оборудованию, и, как следствие, позволяет расширить круг лиц и организаций, которые смогут выполнять различные задачи при работе с облаками точек.

Теоретическая значимость. Разработанные концептуальные модели организации обработки облака точек, формирования октодерева и компонентов вычислительного процесса обработки облака точек во внешней памяти, а также результаты анализа современного состояния и возможностей существующих средств, применяемых для обработки облаков точек лазерного сканирования, могут быть использованы для реализации на их основе новых теоретических и практических разработок. Разработанные методы и алгоритмы позволяют создавать экономически эффективные и при этом не уступающие современным цифровым технологиям подсистемы обработки данных лазерного сканирования.

Практическая значимость. Значимость для практики подтверждается актами внедрения в проект ФЦП 14.584.21.0025 «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме: «Исследование и разработка алгоритмов и программных средств по обработке, хранению и визуализации данных лазерного сканирования и фотосъёмки» и актом внедрения от компании ООО «ЭкоСкан».

Общая оценка содержания диссертации, полнота опубликованных результатов и соответствие паспорту специальности

По результатам диссертационного исследования Беляевского К.О. опубликовано 7 научных работ, среди которых 2 работы в журналах из списка ВАК и 2 работы, индексируемые в системе Scopus. Результаты исследований докладывались на международных конференциях: 19th International Conference on Computational Science and its Applications, Saint-Petersburg, 2019; XXI Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям, Санкт-Петербург, 2018г.

Автором зарегистрировано 7 результатов интеллектуальной деятельности.

Автореферат полно и правильно отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

Результаты работы соответствуют паспорту специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы) по пунктам:

п. 4 – «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»;

п. 5 – «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»;

п. 12 – «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации».

Замечания и недостатки диссертационной работы

При изучении представленной диссертационной работы и автореферата Беляевского К.О. возникли следующие замечания:

1. В главе 1 утверждается, что «дискурс о развитии исследований в области обработки данных ЛС является открытым и актуальным» (с. 18). В русском языке «дискурс» — это многозначный лингвистический термин, в данном случае более уместным является использование слова «дискуссия».
2. В разделе 1.6.1. автор описывает «модель формирования октодерев, основанную на онтологическом принципе» (с. 48). Обычно под «онтологическими принципами» понимают космоцентризм, теоцентризм, креационизм и другие системы философских взглядов, что вряд ли релевантно в данном случае.
3. Предложенные автором методы и алгоритмы напрямую зависят от скорости работы внешней системы хранения, но во всех тестах было использовано только одно запоминающее устройство «Samsung SSD 860 PRO», что не даёт возможности оценить эффективность предложенного решения в полной мере.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Беляевского К.О.

Заключение

В соответствии с пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», диссертационная работа Беляевского К.О., выполненная на тему «Методы и алгоритмы формирования и использования октодерев для обработки облака точек лазерного сканирования в ограниченном объеме оперативной памяти» и представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01, является законченной научно-квалификационной работой. Полученные результаты имеют научную значимость в области исследования вопросов обработки данных большого объема, решая важную научно-техническую задачу по структурированию и обеспечению быстрого доступа к данным лазерного

сканирования, обеспечивая при этом сокращение потребления оперативной памяти за счет использования вторичных систем хранения.

Считаю, что диссертационная работа Беляевского К.О. по содержанию, научному уровню и завершенности исследования соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Беляевский Кирилл Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы).

Официальный оппонент

ФИО: Яворский Ростислав Эдуардович

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Место работы: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

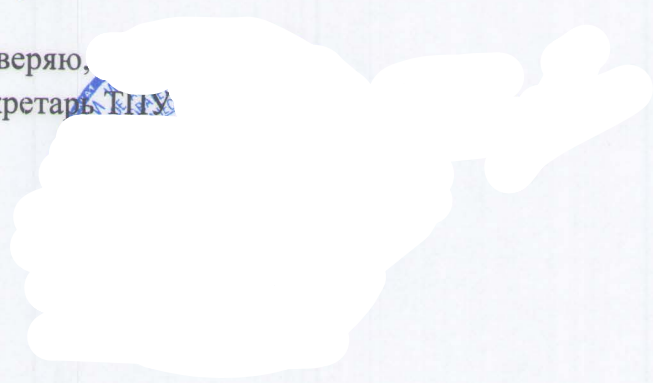
Должность: советник ректора

Почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Телефон: (+7 3822) 70-63-35, 70-17-77 доп. 2809

E-mail: ryavorsky@tpu.ru

03 «ноября» 2020 г.

Подпись заверяю,
Ученый секретарь 

О.А. Ананьева