

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
**Кокорева Дениса Сергеевича**  
**«Разработка и исследование методов и программных средств  
вписывания многогранных трехмерных объектов»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.13.18. – «Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ»

**Актуальность темы диссертации.** Методы математического моделирования успешно применяются при исследовании объектов самой различной природы, и спектр их применения постоянно расширяется. Возникающие при этом проблемы условно можно разделить на два класса: преодоление математических и вычислительных сложностей, то есть построение математических моделей, обеспечивающих требуемую точность описания объекта, и выполнение вычислений с использованием построенной модели за разумное время, которое дополнительно может быть ограничено требованиями практики. При этом возникает дополнительная исследовательская задача установка границ применимости данной модели и ее настройка на конкретный объект. Применительно к оптимизационным задачам, которым в значительной степени посвящена данная работа, возникают дополнительные требования учета особенностей математической модели для ее эффективного использования при поиске оптимальной конфигурации, описываемой исходной моделью. Все эти аспекты отражены в работе Дениса Сергеевича, что определяет ее теоретическую актуальность.

В практическом плане Денис Сергеевич предложил модель выпуклого многогранника, находящегося внутри невыпуклого многогранника, разработал и реализовал алгоритм, позволяющий находить такой многогранник максимального объема за ограниченное время. Этот подход был успешно апробирован при решении различных трехмерных задачах упаковки и раскроя, в том числе для решения задачи нахождения

бриллианта в алмазе, что делает данную работу, безусловно, актуальной в практическом плане.

### **Краткая характеристика работы:**

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и акта о внедрении. Во введении обосновывается актуальность работы, ставятся цель и задачи исследования, формулируются научная новизна и практическая ценность диссертационной работы.

В первой главе приведен обзор достижений по теме диссертации, а также в областях, смежных с диссертационной тематикой. Обзор включает в себя описание известных задач об упаковках пространства в целом и задач о размещении различных многогранников друг в друге.

Во второй главе обобщается определение многогранника, вписанного в другой многогранник, формулируется геометрическая задача вписывания, строится модель выпуклого многогранника, вписанного в невыпуклый многогранник, описывается разработанный алгоритм, решающий задачу вписывания посредством сведения ее к задаче нелинейного программирования, которая решается численно с помощью программного пакета для решения задач нелинейного программирования большой размерности.

В третьей главе приведено описание комплекса программ, реализующего разработанный алгоритм.

Четвертая глава посвящена практическому применению разработанных методов в области огранки бриллиантов. В ней описаны существующие в отрасли алгоритмы планирования и их недостатки, описаны сложности, которые были преодолены Денисом Сергеевичем, чтобы получить из модели абстрактного многогранника модель бриллианта круглой огранки. В главе приведены результаты тестирования разработанного комплекса программ, предложено применение разработанной модели в деревообрабатывающей промышленности.

**Новизна проведенного исследования и полученных результатов** заключается в обобщении определения вписывания многогранника в другой многогранник, разработке математической модели выпуклого многогранника, вписанного в невыпуклый многогранник, в котором фигуры представлены в виде набора вершин, граней и плоскостей граней одновременно. Для данной модели разработан новый алгоритм вписывания выпуклого многогранника в невыпуклый на основе решения за ограниченное время задачи нелинейного программирования с большим числом ограничений.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе.** Обоснованность и достоверность методов и результатов подтверждается приведенными в диссертации результатами многочисленных вычислительных экспериментов, что свидетельствует о работоспособности предлагаемых в диссертации подходов и алгоритмов. Математическая модель выпуклого многогранника, вписанного в невыпуклый многогранник, построена на основе известных методов комбинаторной геометрии. Основные результаты работы опубликованы, неоднократно докладывались на высокорейтинговых научных форумах и известны широкому кругу специалистов. Опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации.

**Значимость результатов, полученных в диссертации для науки и практики:**

Научная значимость результатов заключается в разработке и исследовании нового математического аппарата, позволяющего моделировать и находить решения задач трехмерного раскроя в жестких временных рамках, что является актуальным с учетом тенденций развития технологий 3D принтеров и 3D сканеров.

Практическая значимость результатов подтверждается их использованием в прикладном программном обеспечении поиска оптимального круглого бриллианта в алмазе, которое позволяет увеличить массу бриллианта в среднем на 3.8% по сравнению с другими алгоритмами, решающими аналогичную задачу.

#### **Замечания по диссертации.**

- 1) В работе недостаточно освещен вопрос сходимости предложенных алгоритмов. Так, в частности, остался нераскрытым вопрос требований к начальным условиям, гарантирующим сходимость решения, а также чувствительность решения к возможным ошибкам в начальных условиях, например, при сканировании объекта раскроя.
- 2) В работе описана распределенная система для проведения вычислительных экспериментов, однако не приведены количественные оценки эффекта от использования данной распределенной системы, например, в плане уменьшения времени расчетов.
- 3) Местами в диссертации обнаружены отклонения от требований ГОСТ к оформлению диссертаций. Так, в частности, на странице 115 рисунок назван диаграммой 1. Также местами нарушены требования сквозной нумерации (например, на странице 108).

**Заключение.** Отмеченные замечания являются незначительными и не снижают качества проведенного научного исследования. Диссертационная работа Кокорева Дениса Сергеевича «Разработка и исследование методов и программных средств вписывания многогранных трехмерных объектов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне на актуальную тему, содержащую новые научные результаты, имеющие значение в моделировании объектов, представляемых многогранниками, и в решении

трехмерных задач упаковки и раскроя. Автореферат достаточно полно и корректно отражает содержание диссертации. Тематика и содержание диссертационного исследования соответствует паспорту специальности 05.13.18. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Таким образом, диссертация удовлетворяет всем требованиям Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор - Кокорев Денис Сергеевич, заслуживает присуждения ему искомой степени.

Официальный оппонент:



Иванов Сергей Владимирович  
29 марта 2019 г.

кандидат технических наук,  
доцент Федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Санкт-Петербургский  
национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики»,  
197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49.  
Тел.: +7 (812) 233-54-96  
e-mail: [svivanov@niuitmo.ru](mailto:svivanov@niuitmo.ru)

Подпись Иванова С.В. заверяю:

