Вопросы и замечания в отзывах официальных оппонентов и в отзывах на автореферат  
по диссертационной работе Уколова С. С.  
«**Разработка алгоритмов оптимальной маршрутизации инструмента  
для САПР управляющих программ машин листовой резки с ЧПУ**»

| **Фамилия Имя Отчество** | **Вопрос / замечание по диссертации или автореферату** |
| --- | --- |
| 1. **Верхотуров Михаил Александрович** (официальный оппонент) доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа, заведующий кафедрой информатики | 1. В диссертационной работе использовано несколько языков программирования – С, Julia, Python, JavaScript. Чем вызвано такое разнообразие? Каковы причины выбора этих языков программирования? |
| 1. Численные эксперименты второй главы (решение задачи PCGTSP) проводились на открытой библиотеке PCGTSPLIB, содержащей абстрактные экземпляры обобщённой задачи коммивояжера с ограничениями предшествования, зачастую асимметричные. В то же время автор принимал участие в разработке библиотеки экземпляров задач именно маршрутизации инструмента, где матрица расстояний и частичный порядок определяются геометрией плоских деталей. Проведение численных экспериментов над этой библиотекой дало бы более наглядные результаты и лучше бы продемонстрировало возможность применения алгоритма для проектирования управляющих программ машин листовой резки с ЧПУ. |
| 1. Вопросы оптимизации раскроя намеренно не включены в круг исследуемых в диссертационной работе. Тем не менее, интересны перспективы применения описанных в алгоритмах для совместной оптимизации процессов раскроя и резки плоских деталей. |
| 1. Из текста диссертации непонятна методика получения оценок различных методов построения нижней оценки в табл. 2.2 на стр. 44 |
| 1. Чем можно объяснить использование диссертантом метода обхода в ширину на стр. 48, а не, например, обхода в глубину? |
| 1. Можно ли сравнить эффективность получения точного решения задачи GTSP алгоритмами, разработанными А. Г. Ченцовым, и алгоритмами, предложенными автором диссертации? |
| 1. **Коновалов Анатолий Владимирович** (официальный оппонент) доктор технических наук, профессор, ФГБУН Институт машиноведения имени Э. С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, заведующий лабораторией механики деформаций | 1. В описании численных экспериментов для алгоритма решения задачи PCGTSP (вторая глава) указано, что они проводились на вычислительном кластере «Уран» института математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук и приведены его характеристики – 16-ядерные lntel Xeon, 128G RAM. На каком оборудовании проводились численные эксперименты третьей главы с задачей непрерывной резки? |
| 1. При разработке управляющих программ для оборудования термической резки с ЧПУ важным является учёт тепловых деформаций, возникающих в процессе резки. Каким образом возможно реализовать такой учёт в описанных в диссертационной работе алгоритмах? |
| 1. В доказательстве утверждения 3.1 на стр. 68 функция φ(t) названа выпуклой, во избежание двусмысленности следовало бы уточнить, что она является выпуклой вниз, а не вверх, что подтверждается тем, что её вторая производная неотрицательна. |
| 1. В тексте диссертации списки оформлены вразнобой, иногда пункты списков начинаются со строчной буквы, иногда с прописной, в конце ставится иногда точка, иногда точка с запятой, а иногда ничего. |
| 1. В тексте диссертации также имеются опечатки, так в формуле на стр. 18 вместо CJ должно быть Cj по смыслу. |
| 1. **Ложников Павел Сергеевич** (официальный оппонент) доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск, заведующий кафедрой комплексной защиты информации | 1. Во введении (раздел 1.1) описаны различные техники резки, применяемые в современном производстве, а именно: стандартная, мультиконтурная и мультисегментная. В то же время, описанные алгоритмы ориентированы на использование только резки по замкнутому контуру, то есть стандартной. Каким образом возможно использовать нестандартные техники резки в рамках разработанного в диссертации алгоритмического обеспечения для решения задач оптимальной маршрутизации инструмента? |
| 1. Алгоритм решения задач PCGTSP, описанный в Главе 2, решает их в самой общей постановке, для произвольных входных данных, тогда как задачи, возникающие при оптимизации маршрута резки, существенно эвклидовы. Каким образом учитывается это их свойство в алгоритме? Возможно ли использовать геометрические соображения для улучшения работы алгоритма? |
| 1. Если результаты работы алгоритма сопоставимы с результатами, полученными универсальным решателем Gurobi, то в чём смысл разработки специализированного алгоритма? |
| 1. Английские аббревиатуры систематически вводятся без расшифровки, например САМ на стр. 5 или названия классов задач резки (ССР, ЕСР, ICP и т. д.) на стр. 7. Часть из них приведена в списке сокращений на стр. 97, но не все. |
| 1. В тексте работы имеются грамматические ошибки. Так, на стр. 5, 7 и 31 пропущен дефис в термине «САD/САМ-система», хотя в других местах он употребляется. |
| *Отзывы на автореферат* | |
| 1. **Ченцов Александр Георгиевич** доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, ФГБУН Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, главный научный сотрудник | *Без замечаний* |
| 1. **Захарова Галина Борисовна** кандидат технических наук доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный архитектурно-художественный университет, г. Екатеринбург, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской части | 1. На рис. 2 на стр. 10 приведена классическая задача коммивояжера TSP как один из частных случаев задачи резки, хотя как правило последняя сводится к обобщённой задаче коммивояжера GTSP. Не ясно, каким образом простая задача коммивояжера может применяться для поиска оптимального решения задачи маршрутизации режущего инструмента. |
| 1. Понятно, что ограничение предшествования сокращает время счёта для алгоритма главы три, не использующего дискретизацию контуров. А как аналогичный эффект достигается для алгоритма ветвей и границ второй главы? |
| 1. Не для всех реализованных в работе алгоритмов приведено время счета. Хотелось бы получить представление о сравнительном быстродействии этих алгоритмов. |
| 1. **Мельников Андрей Витальевич** доктор технических наук, профессор, Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий, г. Ханты-Мансийск, директор | 1. В автореферате при описании разработанных в работе алгоритмов решения задач маршрутизации говорится только об ограничениях типа условий предшествования, при этом не обговаривается учёт других технологических ограничений термической резки. |
| 1. На стр. 18 упомянуто, что алгоритм, использующий модель непрерывно-дискретной оптимизации, сравнивается с точным алгоритмом А. Г. Ченцова, разработанным на основе метода динамического программирования. В дополнение к этому следовало бы привести сравнение и с алгоритмом ветвей границ, разработанным в диссертационной работе. Имеется в виду и факт получения глобального экстремума и вычислительные затраты на его получение. |
| 1. **Таваева Анастасия Фидагилевна** кандидат технических наук, АО «Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» имени Э. С. Яламова», г. Екатеринбург, главный специалист | 1. Хотелось бы сравнить результаты работы алгоритмов второй и третьей глав на одних и тех же раскройных планах, что позволило бы лучше судить о применимости этих алгоритмов для разработки управляющих программ для машин листовой резки с ЧПУ. |
| 1. В автореферате отсутствуют экспериментальные данные о быстродействии реализации алгоритма, использующего непрерывно-дискретную оптимизацию. |
| 1. Интересно было бы исследовать влияние уровня вложенности деталей в раскройном плане на быстродействие описанных алгоритмов. |
| 1. **Мартынов Виталий Владимирович** доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, заведующий кафедрой экономической информатики | 1. К недостаткам автореферата можно отнести почти полное отсутствие описания деталей программной реализации алгоритмов, приведён псевдокод только одного программного блока |
| 1. С точки зрения оформления неудачно выбрано расположение в тексте рисунка 1 на стр. 8. |
| 1. Сформулированные основные результаты и выводы по работе не коррелируют однозначно с поставленными задачами. |