

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.298.18, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 марта 2020 г. № 5

О присуждении Макаровских Татьяне Анатольевне, гражданке РФ, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Методы и алгоритмы решения задачи маршрутизации специального вида в плоских графах» по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики – принята к защите 18 декабря 2019 г., протокол заседания № 5/п, диссертационным советом Д 212.298.18, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ, 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76, № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Макаровских Татьяна Анатольевна, 1981 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Задачи маршрутизации специального вида в плоских графах: свойства, алгоритмы, программное обеспечение» защитила в 2006 г. в диссертационном совете Д 002.017.02, созданном на базе Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Российской академии наук (г. Москва). В 2009 г. при-

своею звание доцента по кафедре экономико-математических методов и статистики. С 01.09.2003 г. работала ассистентом на кафедре экономико-математических методов и статистики Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет», с 01.11.2006 г. – доцентом, с 01.07.2016 г., в связи с реорганизацией, переведена на должность доцента на кафедру математического и компьютерного моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). С 09.12.2019 г. по настоящее время работает в должности доцента кафедры системного программирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре системного программирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

- Лазарев Александр Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией № 68 «Теории расписаний и дискретной оптимизации», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», г. Москва;
- Картак Вадим Михайлович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой вычислительной техники и защиты инфор-

мации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа;

- Михеева Татьяна Ивановна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном Волковым Михаилом Владимировичем, доктором физ.-мат. наук, профессором, заведующим кафедрой алгебры и фундаментальной информатики и Петуниным Александром Александровичем, доктором техн. наук, доцентом, профессором кафедры информационных технологий и автоматизации проектирования, указала, что диссертационная работа Т.А. Макаровских является законченной научно-квалификационной работой, в которой расширены и формализованы классы задач построения в плоских графах маршрутов специального вида, в частности, удовлетворяющих некоторым технологическим ограничениям, возникающим при генерации управляющих программ в САМ-системах технологической подготовки процессов листового раскроя; разработаны полиномиальные алгоритмы нахождения таких маршрутов, что в совокупности можно квалифицировать как значимое научное достижение. Работа в полной мере соответствует критериям, установленным для докторских диссертаций разделом II Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 (в редакции постановлений Правительства РФ № 335 от 21.04.2016 и №1168 от 01.10.2018), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

Соискатель имеет 115 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликована 101 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 14 работ, в изданиях, индексируемых в Scopus – 13 работ, монографий – 1, также имеется 6 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Статьи в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК

1. Панюкова, Т.А.¹ Обходы с упорядоченным охватыванием в плоских графах / Т.А. Панюкова // Дискретный анализ и исследование операций. Сер. 2. – 2006. – Т.13, № 2. – С. 31–43.

2. Панюкова, Т.А. Последовательности цепей с упорядоченным охватыванием / Т.А. Панюкова // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2007. – №1. – С. 88–97 (переводная версия статьи индексируется в Scopus).

3. Панюкова, Т.А. Маршруты с локальными ограничениями / Т.А. Панюкова // Вестник ЮУрГУ. Сер. ММП. – 2010. – Вып. 5, № 16 (192). – С. 58–67.

4. Панюкова, Т.А. Оптимальные эйлеровы покрытия с упорядоченным охватыванием для плоских графов / Т.А. Панюкова // Дискретный анализ и исследование операций. – 2011. – Том 18, № 2. – С.64–74.

5. Панюкова, Т.А. Оптимизация использования ресурсов при технологической подготовке процессов раскроя / Т.А. Панюкова // Прикладная информатика. – 2012. – №3 (39). – С.20–32.

6. Панюкова, Т.А. Маршруты с локальными ограничениями: алгоритмы и программная реализация / Т.А. Панюкова, И.О. Алферов // Прикладная информатика. – 2013. – № 1 (43). – С.80–90.

7. Панюкова, Т.А. The Software for Algorithms of Ordered Enclosing Covering Constructing for Plane Graphs / Т.А. Панюкова, Е.А. Савицкий // Вестник УГАТУ. – 2013. – Т. 17, №6 (59). – С. 39–44.

8. Panyukova, T.A. Constructing of OE-postman Path for a Planar Graph / Т.А. Panyukova // Вестник ЮУрГУ. Сер. ММП. – 2014. – Т. 7, № 4. – С. 90–101 (статья индексируется в Scopus).

9. Макаровских, Т.А. Абстрагирование раскройного плана до плоского графа для эффективного решения задачи вырезания деталей/ Т.А. Макаровских, Е.А. Савицкий // Вестник УГАТУ. – 2015. – Т.19, №3(69). – С. 190–196.

¹ Смена фамилии на основании Свидетельства о заключении брака от 11.10.2014 г. П-ИВ № 07829.

10. Макаровских, Т.А. О числе ОЕ-цепей для заданной системы переходов / Т.А. Макаровских // Вестник ЮУрГУ. Сер. ММФ. – 2016. – Т.8, №1. – С. 5–12.

11. Макаровских, Т.А. Математические модели и алгоритмы маршрутизации для САПР технологической подготовки процессов раскроя / Т.А. Макаровских, А.В. Панюков, Е.А. Савицкий // Автоматика и телемеханика. – 2017. – № 4. – С. 123–140 (переводная версия статьи индексируется в Scopus).

12. Макаровских, Т.А. Оценка мощности ОЕ-покрытия плоского графа / Т.А. Макаровских // Вестник УГАТУ. – 2017. – Т. 21, №2 (76). – С. 112–118.

13. Макаровских, Т.А. Программное обеспечение для построения А-цепей с упорядоченным охватыванием в плоском связном 4-регулярном графе / Т.А. Макаровских // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Вычислительная математика и информатика». – 2019. – Т. 8, № 1. – С. 36–53.

14. Макаровских, Т.А. Построение самонепересекающихся ОЕ-маршрутов в плоском эйлеровом графе / Т.А. Макаровских // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Вычислительная математика и информатика». – 2019. – Т.8, №4. – С. 30–42.

Статьи в изданиях, индексируемых в Scopus

15. Panyukova, T. Cover with Ordered Enclosing for Flat Graphs / T. Panyukova // Electronic Notes in Discrete Mathematics. – 2007. – No. 28. – P. 17–24.

16. Panyukova, T. Mathematical Models for Cutting Process Design / T. Panyukova, E.A. Mukhacheva // IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, INCOM'09. Сер. "Proceedings of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, INCOM'09" sponsors: Honeywell. Moscow, 2009. – P. 1085–1090.

17. Makarovskikh, T. Algorithms for Constructing Resource-Saving Cutting Machines / T. Makarovskikh, E. Savitskiy // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 129. – P. 781–786.

18. Makarovskikh, T.A. Mathematical Models and Routing Algorithms for CAM of Technological Support of Cutting Processes / T. Makarovskikh, A.V. Panyukov, E.A. Savitsky // ScienceDirect IFAC-PapersOnLine 49–12. – 2016. – P. 821–826.

19. Makarovskikh, T.A. AOE-Trails Constructing for a Plane Connected 4-Regular Graph. / T.A. Makarovskikh, A.V. Panyukov // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – Vol. 1623. – P. 62–71. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1623>

20. Makarovskikh, T. A-trails and their application to industrial process / T. Makarovskikh // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). – 2016. – P. 1–6.

21. Makarovskikh, T.A. The OE-cover for a plane graph by chains with allowed starting vertices / T.A. Makarovskikh, E.A. Savitsky // CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Vol. 2064. – P. 103–111.

22. Makarovskikh, T.A. The Cutter Trajectory Avoiding Intersections of Cuts / T.A. Makarovskikh, A.V. Panyukov // IFAC-PapersOnLine. – 2017. – 50 (1). – P. 2284–2289.

23. Makarovskikh, T. Development of routing methods for cutting out details / T. Makarovskikh, A. Panyukov // CEUR Workshop Proceedings. – 2018. – Vol. 2098. – P. 249–263.

24. Makarovskikh, T.A. Mathematical models and routing algorithms for economical cutting tool paths / T.A. Makarovskikh, A.V. Panyukov, E.A. Savitskiy // International Journal of Production Research. – 2018. – Vol. 56 (3). – P. 1171–1188.

Монографии по теме диссертации

25. Макаровских, Т.А. Маршруты-покрытия специального вида в графах. Теоретические основы и применение в ресурсосберегающих технологиях / Т.А. Макаровских. – М.: ЛЕНАНД. – 2018. – 216 с.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

1. Панюкова, Т.А. Программа построения эйлеровых циклов с упорядоченным охватыванием (Euler Cycles Constructor): свид. о гос. рег. №2004610785 / Т.А. Панюкова (RU); правообладатель Панюкова Т.А. – Заявка № 2004610193; заявл. 03.02.2004; зарегистр. 30.03.2004, реестр программ для ЭВМ.

2. Панюкова, Т.А. Программа построения маршрутов с упорядоченным охватыванием (Ordered Routes Constructor): свид. о гос. рег. №2005612413/ Т.А. Панюкова (RU); правообладатель Панюкова Т.А. – Заявка № 200562413; заявл 22.09.2005; зарегистр. 21. 11.2005, реестр программ для ЭВМ.

3. Панюкова, Т.А. Программа построения оптимальных покрытий с упорядоченным охватыванием для многосвязных графов: свид. о гос. рег. №2011617777/ Т.А. Панюкова (RU), Е.А. Савицкий (RU); правообладатель: ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ). – Заявка № 2011616000; заявл. 09.08.2011; зарегистр. 06.10.2011, реестр программ для ЭВМ.

4. Панюкова, Т.А. Программа построения эйлеровой цепи с запрещенными переходами в графе: свид. о гос. рег. №2013661312/ Т.А. Панюкова (RU),

И.О. Алферов (RU), правообладатель: ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ). – Заявка № 2013619032; заявл. 09.10.2013; зарегистр. 05.12.2013, реестр программ для ЭВМ.

5. Макаровских, Т.А. Программа построения А-цепи с упорядоченным охватыванием в плоском 4-регулярном в графе: свид. о гос. рег. №2014663188 / Т.А. Макаровских (RU), правообладатель: ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ). – Заявка № 2014663188; заявл. 18.12.2014; зарегистр. 11.02.2015, реестр программ для ЭВМ.

6. Макаровских, Т.А. Программа для оценки укладки деталей прямоугольной формы на плоскости по критерию плотности упаковки и ограничениям маршрута их вырезания: свид. о гос. рег. №2016662723 / Т.А. Макаровских (RU), А.В. Панюков (RU), Е.А. Савицкий (RU), правообладатель: ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ). – Заявка № 2016660049; заявл. 28.09.2016; зарегистр. 21.11.2016, реестр программ для ЭВМ.

Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим. Все представленные в диссертации результаты получены лично автором. Работы [6, 7, 9, 17, 21] выполнены в соавторстве со студентами и аспирантами, у которых Макаровских Т.А. являлась научным руководителем. В статье [11] Е.А. Савицкому принадлежит описание примеров кодирования графа, А.В. Панюкову – введение и заключение. В работе [16] Э.А. Мухачевой принадлежит обзор известных методов составления раскройных планов (раздел 2). В работе [18] А.В. Панюкову принадлежит введение, Е.А. Савицкому – описание примеров раскройных планов. В работах [19, 22–24] А.В. Панюкову принадлежат введения и заключения, Е.А. Савицкому принадлежат описания примеров работы алгоритмов и кодирования графа.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от нижеперечисленных ученых.

1. Спивак С.И., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического моделирования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет» (г. Уфа). Замечание: наличие в автореферате стилистических неточностей и опечаток.

2. Филиппова А.С., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа). Замечания: (1) явным образом не отмечено практической ценности алгоритмов построения допустимых цепей (глава 4 диссертации) для решения задачи вырезания деталей; (2) алгоритм построения РРОЕ-цепи рассмотрен поверхностно, не приводится описание его программной реализации; (3) в автореферате имеются стилистические неточности и опечатки.

3. Гайдамака Ю.В., доктор физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и теории вероятностей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (г. Москва). Замечания: (1) из текста автореферата сложно получить представление о возможностях и особенностях разработанного автором программного обеспечения; (2) алгоритм построения АОЕ-цепи гарантированно строит цепь только для плоского связного 4-регулярного графа; (3) в автореферате имеются стилистические неточности и опечатки.

4. Костюк Ю.Л., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теоретических основ информатики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (г. Томск). Замечания: (1) В автореферате диссертации отсутствуют оценки того, как соотносятся длины маршрутов, вычисляемых предложенными алгоритмами с длиной оптимального маршрута, который можно вычислить, например, методом ветвей и границ, который вполне приемлем на практике, если размерность задачи не превышает 40–50 вершин; (2) В автореферате диссертации отсутствуют оценки того, как соотносятся длины маршрутов, вычисляемых предложенными алгоритмами с длиной маршрутов, вычисляемыми эффективными приближёнными алгоритмами, решающими задачу коммивояжера для отрезков за время от $O(n^2)$ до $O(n^3)$.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их научных достижений в областях: теория графов, CAD/CAM-системы технологической подготовки процессов раскроя и маршрутизация. В ведущей организации действуют научные школы в области фундаментальной информатики, а также автоматизации проектирования раскроя листовых материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** новые математические методы и полиномиальные алгоритмы решения проблемы построения маршрутов специального вида в плоских графах;
- **предложены** методы абстрагирования раскройного плана до плоского графа, представляющего его гомеоморфный образ;
- **доказана** перспективность применения разработанных алгоритмов в проектировании CAD/CAM систем технологической подготовки процессов раскроя, ориентированных на применение ресурсосберегающих технологий;
- **введены** классы ОЕ-, NOЕ- и РРОЕ-маршрутов в плоских графах, удовлетворяющих различным наборам технологических ограничений.
- **доказано** существование ОЕ- и NOЕ-маршрутов в плоских графах; доказаны необходимые и достаточные условия существования РРОЕ-маршрутов в плоских графах; доказана результативность всех разработанных алгоритмов и определена их вычислительная сложность;
- **разработан** комплекс программ для реализации предложенных алгоритмов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в диссертационной работе

- **расширен** класс задач построения маршрутов специального вида в плоских графах;

- **разработаны новые полиномиальные алгоритмы** нахождения маршрутов специального вида, удовлетворяющих технологическим ограничениям.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **представлена** технология формализации требований к раскройным планам, ориентированным на применение ресурсосберегающих технологий;
- **создана** теория, которая может быть использована как базис новых методов решения задач вырезания деталей;
- **разработанные алгоритмы могут быть применены** в CAD/CAM-системах технологической подготовки процессов раскроя, ориентированных на использование ресурсосберегающих технологий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **все аналитические результаты**, приведенные в диссертационной работе, сформулированы в виде утверждений и теорем, снабженных доказательствами;
- **использованы** апробированные научные положения и методы исследования, математический аппарат применен корректно;
- **Установлено совпадение новых научных результатов** с известными теоретическими положениями.

Личный вклад соискателя состоит в том, что соискателем единолично:

- **введены** новые классы маршрутов с ограничениями в плоских графах;
- **доказаны** все утверждения, приведенные в диссертационной работе;
- **разработаны** эффективные алгоритмы поиска маршрутов введенных классов в графах;
- **определены** оценки количества полученных маршрутов специального вида.

На заседании 25 марта 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Т.А. Макаровских ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

25 марта 2020 г.



Л.Б. Соколинский

М.Л. Цымблер