

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова,  
Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов

ОБОБЩЕНИЕ ФОРМУЛЫ ЭЙЛЕРА ДЛЯ НЕПЛАНАРНОГО ГРАФА

Москва

2024

УДК 519.6

Рецензенты:

**Михаил Иванович Карлов**, кандидат физико - математических наук. Защитил диссертацию кандидата физико-математических наук на Механико - математическом факультете Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова;

**Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф.**

Обобщение формулы Эйлера для непланарного графа / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова, Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов, - 1 - е изд., – Москва: МИИТ, ПГУ, 2024. – 29 с.

В работе впервые доказана теорема – обобщенная формула Леонарда Эйлера для произвольного непланарного графа, то есть графа с пересечением ребер. Введено определение степени точки пересечения для ребер графа по аналогии с определением со степенью вершины графа.

Полученная формула найдет применение в теории графов и войдет в курс лекций по дискретной математике и теории графов. Для студентов физико-математических специальностей, студентов педагогических, технических университетов, преподавателей, инженеров, программистов использующих в своей практической деятельности теорию графов, комбинаторную геометрию, теорию алгоритмов.

К 519.6

Российский Университет Транспорта; Полоцкий государственный университет имени Ефросинии Полоцкой, 2024.

## Введение

Идея написания данного учебного пособия появилась на практических занятиях со студентами по теории графов. В задачах по теории графов часто необходимо получить верхние и нижние оценки в виде равенств и неравенств между числом ребер графа, числом его вершин и числом граней графа.

Однако формула Леонарда Эйлера не применима для некомпланарных графов, то есть графов, у которых при расположении всех его вершин на плоскости некоторые ребра пересекаются между собой во внутренних точках графа, а не в вершинах графа. При этом понимается, что никакими изоморфными отображениями невозможно перевести данный граф с вершинами на плоскости в компланарный граф.

Поэтому авторы надеются, что новая обобщенная формула Эйлера поможет студентам использовать новые подходы для решения задач с любыми графами и возможно принесет пользу в задачах комбинаторной геометрии.

В заключении отметим, что большое число работ по теории графов [3]-[7], по общей алгебре и теории групп [11]-[40] написаны математиками Пермского государственного национального исследовательского университета. Обзор работ Механико-математического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета [3]-[7], [11]-[39], [50]-[205], показывает, что они перекрывают все направления современной математики и сопоставимы с работами Московской математической школы и математиков Московского университета им. М.В. Ломоносова[8]-[11], [40]-[53].

#### Список литературы

1. Теория графов. Карпов Д.В. Мехмат СПбГУ. Санкт-Петербург. 2009. 563 с.
2. Лекции по теории графов/ Емеличев В.А., Мельников О.И., Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1990. – 384 с. ISSN 5-02-013992-0.
3. Махнев, А. А. Q-полиномиальный граф с массивом пересечений  $\{60, 45, 8; 1, 12, 50\}$  не существует / А. А. Махнев, В. В. Биткина, А. К. Гутнова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 2(61). – С. 29-33. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-2-29-33. – EDN HGVEVQ.
4. Алябьева, В. Г. Из истории комбинаторного анализа: от идеи до научных школ / В. Г. Алябьева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 2(57). – С. 14-25. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-2-14-25. – EDN HSIID.
5. Ли, Х. Некоторые графы Шилла с  $b = 5$  не существуют / Х. Ли, А. А. Махнев, И. Н. Белоусов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 2(57). – С. 40-45. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-2-40-45. – EDN CEQELE.
6. Провоторов, В. В. Оптимальное граничное управление параболической системой с распределенными параметрами на графе / В. В. Провоторов, Ю. А. Гнилицкая // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 4(35). – С. 5-10. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-4-5-10. – EDN XUXJGX.
7. Долженко, А. М. Уточнение решений задачи коммивояжера генетическими мутациями / А. М. Долженко, Е. Г. Бутрина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 2(21). – С. 9-15. – EDN RAIOMD.
8. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы/Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – 7-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.: ил. – (Классический университетский учебник).
9. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. – М.: БИНОМ, 2010. – 240 с.
10. Пикулин В.П. Практический курс по уравнениям математической физики/ В.П. Пикулин, С.И. Похожаев. – Москва: МЦНМО, 2004. – 208 с. – ISBN 5-94057-148-4.
11. Михеев, Р. А. Компьютерное нахождение четырехэлементных мультипликативно идемпотентных полуколец / Р. А. Михеев, А. А. Петров // Вестник Пермского

- университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 2(57). – С. 46-52. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-2-46-52. – EDN RNQCTS.
12. Иванов, Г. Г. Аппарат производных чисел и возможности применения / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2021. – № 3(54). – С. 5-18. – DOI 10.17072/1993-0550-2021-3-5-18. – EDN XUJYVD.
  13. Половицкий, Я. Д. О конечных группах с циклическими пересечениями неинцидентных подгрупп, не содержащихся в некоторой подгруппе / Я. Д. Половицкий, Т. М. Коневских // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2020. – № 3(50). – С. 5-16. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-3-5-16. – EDN ТМКВНН.
  14. Половицкий, Я. Д. Одно обобщение минимальных нециклических групп / Я. Д. Половицкий, А. А. Волочков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 3(46). – С. 16-22. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-3-16-22. – EDN XIWPSL.
  15. Половицкий, Я. Д. О группах с циклическими пересечениями неинцидентных (максимальных) подгрупп / Я. Д. Половицкий, Т. М. Коневских // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 3(46). – С. 23-31. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-3-23-31. – EDN OUOTWJ.
  16. Половицкий, Я. Д. О максимальных антицепях нециклических подгрупп конечных групп / Я. Д. Половицкий, А. А. Волочков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2(41). – С. 16-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-2-16-24. – EDN UVGAZC.
  17. Половицкий, Я. Д. Конечные нильпотентные группы  $d$ -ширина которых не превосходит трех / Я. Д. Половицкий, А. А. Волочков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2(41). – С. 25-30. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-2-25-30. – EDN XUOIOD.
  18. Половицкий, Я. Д. Группы, насыщенные инвариантными подгруппами / Я. Д. Половицкий, Т. М. Коневских // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2(41). – С. 31-37. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-2-31-37. – EDN XUOIOI.
  19. Половицкий, Я. Д. Конечные группы с одним условием инцидентности, связанным с обращением теоремы Лагранжа. Часть 1 / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2017. – № 2(37). – С. 5-18. – DOI 10.17072/1993-0550-2017-2-5-18. – EDN ZXFPPB.
  20. Половицкий, Я. Д. Конечные группы с некоторыми условиями инцидентности, связанными с теоремой Лагранжа / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 3(34). – С. 5-20. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-3-5-20. – EDN XAYUAN.
  21. Симонов, П. М. Локально насыщенные  $\sigma$ -подалгебры, локально инъективные отображения и  $N$ -условие Лузина / П. М. Симонов, А. В. Чистяков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 4(35). – С. 11-19. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-4-11-19. – EDN VLAFTO.
  22. Симонов, П. М. Предельно ненасыщенные  $\sigma$ -подалгебры, антиинъективные отображения и диффузность / П. М. Симонов, А. В. Чистяков // Вестник Пермского

- университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 4(35). – С. 20-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-4-20-24. – EDN XUXJIL.
23. Половицкий, Я. Д.  $d$ -ширина некоторых групп. Конечные группы  $d$ -ширины 5 / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 1(24). – С. 13-24. – EDN SIGWDR.
  24. Вечтомов, Е. М. Простые идеалы в частичных полукольцах непрерывных  $[0, \infty]$ -значных функций / Е. М. Вечтомов, Н. В. Шалагинова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 1(24). – С. 5-12. – EDN SIGWDH.
  25. Половицкий, Я. Д. О максимальных антицепях решеток делителей натуральных чисел некоторых видов / Я. Д. Половицкий, А. А. Волочков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 3(26). – С. 5-12. – EDN SXTVHL.
  26. Фаерштейн, С. И. Бесконечные периодические группы с конечным множеством классов неинвариантных сопряженных подгрупп / С. И. Фаерштейн, И. С. Фаерштейн // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 1(13). – С. 10-12. – EDN PZQWAB.
  27. Половицкий, Я. Д. Конечные разрешимые группы с циклическими пересечениями максимальных подгрупп / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 2(21). – С. 22-35. – EDN RAIOMX.
  28. Половицкий, Я. Д. Конечные и некоторые почти полные группы, в которых одинаковы пересечения любых двух максимальных подгрупп / Я. Д. Половицкий, А. А. Волочков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 3(22). – С. 8-14. – EDN RPSSUL.
  29. Половицкий, Я. Д. Некоторые классы конечных групп с примарными пересечениями неинцидентных подгрупп / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2012. – № 1(9). – С. 5-18. – EDN PCVJMZ.
  30. Фаерштейн, С. И. Локально конечные непримарные группы с заданными ограничениями на пересечения неинвариантных подгрупп / С. И. Фаерштейн, И. С. Фаерштейн // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2012. – № 1(9). – С. 24-32. – EDN PCVJOD.
  31. Фаерштейн, С. И. Конечные непростые группы с некоторыми ограничениями на факторгруппы / С. И. Фаерштейн, И. С. Фаерштейн // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2012. – № 3(11). – С. 9-11. – EDN PJHWXD.
  32. Поляков, С. В. О тензорных квадратах неприводимых представлений почти простых групп с цоколем, изоморфным  $L_2(q)$  / С. В. Поляков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 1(5). – С. 4-9. – EDN NTUHTL.
  33. Фаерштейн, С. И. О непериодических группах / С. И. Фаерштейн // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 1(5). – С. 20-22. – EDN NTUHUF.
  34. Фаерштейн, С. И. Конечные непримарные группы, все собственные фактор-группы которых примарны / С. И. Фаерштейн, И. С. Фаерштейн // Вестник Пермского

- университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 3(7). – С. 17-18. – EDN OIVSET.
35. Митин, В. Ю. Использование гомотопического метода для непрерывных конечномерных векторных полей в пространствах любой размерности / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 2(6). – С. 8-9. – EDN OIVRYR.
36. Половицкий, Я. Д. Конечные разрешимые группы с одним условием для пересечений неинцидентных подгрупп / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 2(6). – С. 10-21. – EDN OIVRYZ.
37. Фаерштейн, С. И. К вопросу о классах неинвариантных сопряженных подгрупп / С. И. Фаерштейн // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 2(6). – С. 22-24. – EDN OIVRZJ.
38. Половицкий, Я. Д. Группы с условием инцидентности для ненильпотентных (неразрешимых) подгрупп / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 1(1). – С. 24-28. – EDN LGKJOT.
39. Половицкий, Я. Д. Конечные группы ранга инцидентности 4 / Я. Д. Половицкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 2(2). – С. 4-14. – EDN MNLKJJ.
40. В.П. Маслов, В.Г. Данилов, К.А. Волосов. Математическое моделирование процессов тепломассопереноса (эволюция диссипативных структур) С добавлением Н.А. Колобова, - М.:Наука, 1987, 352 с.
41. Применение быстрых разложений для построения точных решений задачи о прогибе прямоугольной мембраны под действием переменной нагрузки/ А.Д. Чернышев, В.В. Горяйнов, С.В. Кузнецов, О.Ю. Никифорова//Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2021. №70. – С. 127-142. DOI 10.17223/19988621/70/11.
42. Сидлер, И. В. О численном решении начально-краевой задачи для гиперболической системы в модели гидравлического удара / И. В. Сидлер // Динамические системы и компьютерные науки: теория и приложения (DYSC 2023) : материалы 5-й Международной конференции, Иркутск, 18–23 сентября 2023 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2023. – С. 209-212. – EDN UDJJGX.
43. Волосов, К.А. О собственных функциях структур, описываемых моделью “мелкой воды” на плоскости// Фундаментальная и прикладная математика. 2006. Т. 12.№ 6. С. 17-32.
44. В.П. Маслов, В.Г. Данилов, К.А. Волосов. Математическое моделирование процессов тепломассопереноса (эволюция диссипативных структур). С добавлением Н.А. Колобова, - М.:Наука, 1987, 352 с.
45. Волосов, К.А. Одевание решений для некоторых неинтегрируемых задач и некоторые инвариантные свойства анзаца метода Хироты//Дифференциальные уравнения. 2005. Т 41.№ 11.С. 1572-1575.
46. Этап конструирования математической модели аневризмы. Течения в каверне и противоречия в задаче в "закрытой" кювете / Н. К. Волосова, М. А. Басараб, А. К. Волосова [и др.] // Некоторые Актуальные проблемы современной математики математического образования : Материалы 74-й научной КОНФЕРЕНЦИИ «ГЕРЦЕНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2021», Санкт-Петербург, 05–10 апреля 2021 года /

- Российская Академия Образования; Академия информатизации образования; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Кафедра математического анализа, Кафедра компьютерной инженерии и программотехники. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2021. – С. 208-213. – EDN HREUQK.
47. Волосов К.А. Построение решений квазилинейных параболических уравнений в параметрическом виде// Дифференциальные уравнения, 2007. Т.43. № 4. С. 492-497.
  48. Волосов К.А. Новый метод построения решений уравнений с частными производными в параметрической форме// Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2007. Т. 7. № 26. С. 13-20.
  49. Волосов К.А. Конструкция решений квазилинейных уравнений с частными производными// Сибирский журнал индустриальной математики 2008. Т. 11, № 2(34). С. 29-39.
  50. Волосова Н.К., Волосова А.К., Волосов К.А. Интегрирование уравнений Гарри Дима и Кортвега де Вриза в параметрической форме. Дифференциальные уравнения и процессы управления. 2017. № 4. С. 194-214.
  51. Вдовина Е.К. , Пугина Л.В., Волосов К.А. Моделирование пульсирующих режимов динамики свертывания крови//Математическое моделирование. 2014. Т. 26. № 12. С. 14-32
  52. Вдовина Е.К., Волосов К.А. Моделирование спиральных волн в процессе свертывания крови// Математическое моделирование. 2013. Т. 25. № 3. С. 14-24.
  53. Волосов К.А. Конструкция решений квазилинейных уравнений с частными производными//Сибирский журнал индустриальной математики. – 2008 . Т.11. № 2(34). С.29-39.
  54. Бузмакова, М. М. модель организации индивидуальной образовательной траектории студента вуза / М. М. Бузмакова // Методы и технологии обучения в вузе в условиях цифровой трансформации образования : Сборник статей по материалам Всероссийской (с международным участием) научно-методической конференции, Пермь, 18–19 мая 2023 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. – С. 105-109. – EDN VWOIPS.
  55. Бузмакова, М. М. Моделирование структуры полимерных полидисперсных сред методами теории перколяции / М. М. Бузмакова, С. В. Русаков, К. А. Эберт // Материалы XXIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2023) : Материалы конференции, с. Дивноморское, Краснодарский край, 04–10 сентября 2023 года. – Москва: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2023. – С. 26-28. – EDN XGKAIK.
  56. Вдовин, И. Е. Компьютерное моделирование случайной плотной упаковки несжимаемых окружностей на плоскости / И. Е. Вдовин, М. М. Бузмакова // Материалы XXIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2023) : Материалы конференции, с. Дивноморское, Краснодарский край, 04–10 сентября 2023 года. –



- Москва: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2023. – С. 34-36. – EDN XWGOТH.
57. Бузмакова, М. М. Применение технологий параллельных вычислений для решения перколяционной задачи  $k$ -меров в континууме / М. М. Бузмакова, П. Д. Пучинина, С. В. Русаков // Математическое моделирование и суперкомпьютерные технологии : Труды XXIII Международной конференции, Нижний Новгород, 13–16 ноября 2023 года. – Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2023. – С. 37-40. – EDN NHWZLC.
58. Нестеров, А. А. Параллельные вычисления перколяционных задач на двумерной решетке / А. А. Нестеров, М. М. Бузмакова // Материалы XXIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2023): Материалы конференции, с. Дивноморское, Краснодарский край, 04–10 сентября 2023 года. – Москва: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2023. – С. 70-71. – EDN PSMSTS.
59. Вдовин, И. Е. Компьютерное моделирование случайной плотной упаковки несжимаемых окружностей на плоскости / И. Е. Вдовин, М. М. Бузмакова // Актуальные проблемы математики, механики и информатики: Сборник статей по материалам студенческой конференции, Пермь, 24 апреля – 20 2023 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. – С. 85-89. – EDN ENUOBR.
60. Безматерных, А. Е. Распознавание изображений с использованием подходов теории перколяции / А. Е. Безматерных, М. М. Бузмакова // Материалы XXIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2023) : Материалы конференции, с. Дивноморское, Краснодарский край, 04–10 сентября 2023 года. – Москва: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2023. – С. 96-98. – EDN ORJMVA.
61. Пермский международный форум "Наука и глобальные вызовы XXI века" / М. М. Бузмакова, Е. Ю. Никитина, А. В. Черников, Л. Н. Ясницкий // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 4(59). – С. 5-8. – EDN WUMBNC.
62. Теплых, П. Д. Расчет характеристик перколяционной модели  $it$ -меров на плоскости / П. Д. Теплых, М. М. Бузмакова // Актуальные проблемы математики, механики и информатики : сборник статей по материалам студенческой конференции, Пермь, 25 мая – 10 2021 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. – С. 126-131. – EDN LMJVXI.
63. Бузмакова, М. М. Моделирование перколяционной системы  $k$ -меров на плоскости / М. М. Бузмакова, П. Д. Теплых // Математика и междисциплинарные исследования - 2021 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 18–20 октября 2021 года / Гл. редактор А.П. Шкарапута. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. – С. 40-43. – EDN ZPLNGQ.
64. Романова, М. П. Модель структуры тонкой пленки эпоксидной смолы, модифицированной углеродными нанотрубками, с учетом наличия ван-дер-

- Ваальсова взаимодействия / М. П. Романова, М. М. Бузмакова // Актуальные проблемы математики, механики и информатики : сборник статей по материалам студенческой конференции, Пермь, 25 мая – 10 2021 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. – С. 52-56. – EDN BCPMRU.
65. Боков, К. А. Компьютерное моделирование перколяции k-меров на кубической решетке / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2020 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 12–14 октября 2020 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 262-267. – EDN EJIEGH.
66. Романова, М. П. Модель структуры тонкой пленки эпоксидной смолы, модифицированной углеродными нанотрубками, с учетом наличия межфазных областей / М. П. Романова, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2020: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 12–14 октября 2020 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 295-300. – EDN MCRWFU.
67. Теплых, П. Д. Континуальная перколяция k-меров на плоскости / П. Д. Теплых, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2020 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 12–14 октября 2020 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 301-307. – EDN EHFJKJ.
68. Bokov, K. A. The Percolation Model of the Structure of the Polymer Nanocomposite, Containing the Carbon Nanotubes, with the Orient Factor Availability / K. A. Bokov, M. M. Buzmakova // Journal of Physics: Conference Series : VIII International Youth Scientific School-Conference "Modern Problems of Physics and Technology", MPPT 2019, Moscow, 15–20 апреля 2019 года. Vol. 1439. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012027. – DOI 10.1088/1742-6596/1439/1/012027. – EDN EWYOFF.
69. Патент № 2707994 С1 Российская Федерация, МПК C08L 63/02. Способ сокращения длительности отверждения эпоксидного связующего: № 2019104538: заявл. 18.02.2019: опубл. 03.12.2019 / М. М. Бузмакова, В. Г. Гилев, С. В. Русаков; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Лаборатория АРГУМЕНТ", Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный национальный исследовательский университет". – EDN MJTGSJ.
70. Бузмакова, М. М. Компьютерное моделирование джемминга для перколяционной задачи Накамуры / М. М. Бузмакова, К. А. Боков // Математические методы и информационно-технические средства : Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 21 июня 2019 года / Редколлегия: И.Н. Старостенко [и др.]. – Краснодар: Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации", 2019. – С. 27-31. – EDN NYPZEF.

71. Никитин, И. В. Моделирование структуры полимера, модифицированного углеродными нанотрубками / И. В. Никитин, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2019: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 15–18 мая 2019 года / гл. ред. А. П. Шкарапута. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 281-285. – EDN GCXULN.
72. Решетникова, Е. А. Алгоритм равномерного распределения  $k$ -меров в пространстве / Е. А. Решетникова, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2019 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 15–18 мая 2019 года / гл. ред. А. П. Шкарапута. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 319-323. – EDN GRMXRR.
73. Романова, М. П. Континуальная модель структуры тонкой пленки полимера, модифицированной углеродными нанотрубками / М. П. Романова, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2019: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 15–18 мая 2019 года / гл. ред. А. П. Шкарапута. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 324-329. – EDN XYEDBL.
74. Боков, К. А. Джемминг  $k$ -меров разной формы на квадратной решетке / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2019: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 15–18 мая 2019 года / гл. ред. А. П. Шкарапута. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 50-54. – EDN XENYHD.
75. Боков, К. А. Перколяционная модель структуры тонкой пленки эпоксидной смолы, модифицированной углеродными нанотрубками, с учетом межфазных областей / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // XXX Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС - 2018): Сборник трудов конференции, Москва, 20–23 ноября 2018 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2019. – С. 537-540. – EDN YWLFID.
76. Семенов, В. А. Исследование проводимости эпоксидной смолы, модифицированной углеродными нанотрубками, при изменении направления электрического тока / В. А. Семенов, С. В. Русаков, М. М. Бузмакова // Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред : Сборник тезисов 9-й всероссийской научной конференции с международным участием им. И.Ф. Образцова и Ю.Г. Яновского, посвященной 30-летию ИПРИМ РАН, Москва, 19–21 ноября 2019 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Сам Полиграфист", 2019. – С. 86. – EDN QUCVEN.
77. Семенов, В. А. Исследование анизотропной проводимости эпоксидного полимера, модифицированного углеродными нанотрубками / В. А. Семенов, С. В. Русаков, М. М. Бузмакова // Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред: Сборник трудов 8-й Всероссийской научной конференции с

- международным участием им. И.Ф. Образцова и Ю.Г. Яновского, Москва, 18–19 декабря 2018 года. – Москва: Институт прикладной механики РАН, 2019. – С. 92–95. – EDN YYQLSP.
78. Bokov, K. A. The Modeling of the Polymer's Thin Film, Modified by Carbon Nanotubes, this Using of the percolation theory's methods / K. A. Bokov, M. M. Buzmakova // Journal of Physics: Conference Series : 7th International Scientific School-Conference of Young Scientists on Modern Problems of Physics and Technologies, MPPT 2018, Moscow, 16–21 апреля 2018 года. Vol. 1189. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012012. – DOI 10.1088/1742-6596/1189/1/012012. – EDN TQULAS.
79. Бузмакова, М. М. Континуальная перколяционная модель тонкой пленки полимера, модифицированного углеродными нанотрубками / М. М. Бузмакова, М. П. Романова // Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов, электронный ресурс, Тюмень, 18 апреля 2019 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Тюменский государственный университет, Институт математики и компьютерных наук. Том Выпуск 17. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2019. – С. 13-18. – EDN ICLIIYA.
80. Никитин, И. В. Моделирование структуры полимера, модифицированного углеродными нанотрубками с учетом наличия межфазного слоя / И. В. Никитин, М. М. Бузмакова // Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов, электронный ресурс, Тюмень, 18 апреля 2019 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Тюменский государственный университет, Институт математики и компьютерных наук. Том Выпуск 17. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2019. – С. 19-23. – EDN BKQSRS.
81. Решетникова, Е. А. Сравнительный анализ алгоритмов равномерного распределения  $k$ -меров в пространстве / Е. А. Решетникова, М. М. Бузмакова // Математическое и информационное моделирование : сборник научных трудов, электронный ресурс, Тюмень, 18 апреля 2019 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Тюменский государственный университет, Институт математики и компьютерных наук. Том Выпуск 17. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2019. – С. 7-12. – EDN WBMVAY.
82. Боков, К. А. Моделирование структуры полимерного нанокompозита, содержащего углеродные нано трубки / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // Современные проблемы физики и технологий : VIII-я Международная молодежная научная школа-конференция, Москва, 15–20 апреля 2019 года. Том Часть 2. – Москва: Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2019. – С. 230–231. – EDN OPVCMMS.
83. Никитин, И. В. Нейросетевое моделирование прогнозирования вероятности возникновения перколяционного кластера / И. В. Никитин, Е. А. Решетникова, М. М. Бузмакова // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: Сборник статей по материалам Четвертой всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Пермского естественнонаучного форума «Математика и глобальные вызовы XXI

- века», Пермь, 21–23 мая 2019 года / Пермский государственный национальный исследовательский университет. Том Часть II. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 145-150. – EDN UVCJET.
84. Решетникова, Е. А. Прогнозирование концентрации  $k$ -меров, необходимой для достижения порога перколяции с помощью нейросетевой системы / Е. А. Решетникова, И. В. Никитин, М. М. Бузмакова // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: Сборник статей по материалам Четвертой всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Пермского естественнонаучного форума «Математика и глобальные вызовы XXI века», Пермь, 21–23 мая 2019 года / Пермский государственный национальный исследовательский университет. Том Часть II. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 150-155. – EDN TZMRGG.
85. Бузмакова, М. М. Экспериментальное исследование реокинетики эпоксидного связующего, модифицированного фуллеренами C60 / М. М. Бузмакова, В. Г. Гилев, С. В. Русаков // Вестник Пермского университета. Физика. – 2019. – № 2. – С. 35-40. – DOI 10.17072/1994-3598-2019-2-35-40. – EDN JMTDXL.
86. Боков, К. А. Моделирование нанокompозита, получаемого путем модификации эпоксид-полимера наночастицами / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // Высокие технологии, определяющие качество жизни : материалы II Международной научной конференции, Пермь, 17–19 сентября 2018 года / Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 154-156. – EDN YQFYJN.
87. Боков, К. А. Перколяционная модель структуры тонкой пленки полимера, модифицированной углеродными нанотрубками / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // Математика и междисциплинарные исследования - 2018: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Пермь, 14–19 мая 2018 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 155-157. – EDN UZSBVW.
88. Бузмакова, М. М. Реологические свойства эпоксидной композиции модифицированной фуллеренами / М. М. Бузмакова, В. Г. Гилев, С. В. Русаков // Высокие технологии, определяющие качество жизни : материалы II Международной научной конференции, Пермь, 17–19 сентября 2018 года / Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 156-159. – EDN VOFFCC.
89. Physical Properties of an Epoxy Composite Modified by C60 Fullerenes / М. М. Buzmakova, V. G. Gilev, A. F. Merzlyakov, S. V. Rusakov // Mechanics of Composite Materials. – 2018. – Vol. 54, No. 4. – P. 545-552. – DOI 10.1007/s11029-018-9763-3. – EDN VBHYDF.
90. Боков, К. А. Компьютерное моделирование перколяции  $k$ -меров на квадратной решетке / К. А. Боков, М. М. Бузмакова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 51-55. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-51-55. – EDN XMHXWP.

91. Романова, М. П. Алгоритм диспергирования углеродных нанотрубок в тонкой пленке полимера / М. П. Романова, М. М. Бузмакова // Математическое моделирование в естественных науках. – 2018. – Т. 1. – С. 260-264. – EDN VJMQSH.
92. Бузмакова, М. М. Компьютерное моделирование структуры эпоксидной смолы, модифицированной фуллеренами / М. М. Бузмакова // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4-3(38). – С. 189-193. – EDN YPLAOG.
93. Бузмакова, М. М. Алгоритмы диспергирования частиц в неупорядоченной среде / М. М. Бузмакова, С. В. Русаков // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 7-2. – С. 213-217. – EDN WGCFXL.
94. Иванов, Г. Г. Исследование почти периодических решений дифференциальных уравнений / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 4(63). – С. 22-35. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-4-22-35. – EDN WYUUAS.
95. Иванов, Г. Г. Компактность в пространстве квази абсолютно непрерывных функций / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 3(62). – С. 13-18. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-3-13-18. – EDN LUSSLH.
96. Иванов, Г. Г. Стабилизация программных движений систем переменной структуры / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 2(61). – С. 16-28. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-2-16-28. – EDN CLLIVI.
97. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма второго рода / Н. К. Волосова, К. А. Волосов, А. К. Волосова [и др.] // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 1(60). – С. 5-14. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-1-5-14. – EDN KQEIXG.
98. Гусаренко, С. А. Об устойчивости систем линейных дифференциальных уравнений второго порядка с запаздывающим аргументом / С. А. Гусаренко // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 1(60). – С. 15-29. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-1-15-29. – EDN UBCKZF.
99. Иванов, В. Н. Итерационный метод решения систем линейных алгебраических уравнений с положительно полуопределенными матрицами системы / В. Н. Иванов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 1(60). – С. 30-46. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-1-30-46. – EDN NKOPPN.
100. Иванов, Г. Г. Исследование решений линейной однородной системы дифференциальных уравнений / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2023. – № 1(60). – С. 47-53. – DOI 10.17072/1993-0550-2023-1-47-53. – EDN MIEIEA.
101. Иванов, Г. Г. Теорема об области асимптотической устойчивости и ее приложения / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 1(56). – С. 5-13. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-1-5-13. – EDN СТРОУМ.
102. Шеремет, Г. Г. Геометрическое пространство, получающееся "склеиванием" трехмерного евклидова пространства с помощью группы, являющейся прямым произведением трех подгрупп параллельных переносов / Г. Г. Шеремет, З. И.

- Андреева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 1(56). – С. 14-21. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-1-14-21. – EDN PQLEGL.
103. Агамалиева, А. И. Необходимые условия оптимальности в одной дискретной граничной задаче управления динамикой популяции / А. И. Агамалиева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 2(57). – С. 5-13. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-2-5-13. – EDN NITQOZ.
104. Еленская, Е. Ю. Множества в пополнении нормированных пространств / Е. Ю. Еленская, Ю. Н. Еленский // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 2(57). – С. 26-30. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-2-26-30. – EDN НТКОКЛ.
105. Иванов, Г. Г. Об устойчивости решений системы линейных дифференциальных уравнений / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 2(57). – С. 31-39. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-2-31-39. – EDN LBONGE.
106. Шеремет, Г. Г. "Склеивание" трехмерного евклидова пространства с помощью циклической группы, порожденной осевой скользящей симметрией / Г. Г. Шеремет, З. И. Андреева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2022. – № 3(58). – С. 11-17. – DOI 10.17072/1993-0550-2022-3-11-17. – EDN НРІРАЛ.
107. Мансимов, К. Б. О квазиособых управлениях в дискретных системах с запаздыванием / К. Б. Мансимов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2021. – № 3(54). – С. 19-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2021-3-19-24. – EDN IQEYTE.
108. Кислицын, В. Д. Описание вязкоупругих свойств низко- и высоконаполненных эластомерных нанокompозитов / В. Д. Кислицын, К. А. Мохирева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2021. – № 4(55). – С. 19-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2021-4-19-24. – EDN NLDDUQ.
109. Андреева, З. И. Геометрии, развертывающиеся на трехмерное евклидово пространство / З. И. Андреева, Г. Г. Шеремет // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2020. – № 1(48). – С. 5-12. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-1-5-12. – EDN SLORLL.
110. Мансимов, К. Б. Квазиособые управления в задачах оптимального управления, описываемые гиперболическими интегро-дифференциальными уравнениями / К. Б. Мансимов, В. Г. Рзаева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2020. – № 1(48). – С. 13-20. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-1-13-20. – EDN WBAUHT.
111. Иванов, Г. Г. Системы с транзисторными ключами / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2020. – № 2(49). – С. 14-18. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-2-14-18. – EDN KXCZUY.
112. Лутманов, С. В. Вывод тяжелой материальной точки на базовую траекторию при наличии геометрических ограничений на дополнительные управления / С. В. Лутманов, О. А. Хотько // Вестник Пермского университета. Математика.

- Механика. Информатика. – 2020. – № 2(49). – С. 19-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-2-19-24. – EDN ETZDNU.
113. Макеев, Н. Н. К теории гамильтоновых систем со связями / Н. Н. Макеев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2020. – № 2(49). – С. 25-31. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-2-25-31. – EDN BEFDDEM.
114. Полосков, И. Е. Расчет характеристик ускоренного движения автомобиля по дороге со случайным микропрофилем / И. Е. Полосков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2020. – № 2(49). – С. 32-38. – DOI 10.17072/1993-0550-2020-2-32-38. – EDN ADSMIF.
115. Митин, В. Ю. Фрактальный анализ данных рельефа местности на основе метода минимального покрытия / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 2(45). – С. 5-10. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-2-5-10. – EDN SYLLPH.
116. Носков, В. И. Геометризация классических полей в модели вложенных пространств / В. И. Носков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 2(45). – С. 11-23. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-2-11-23. – EDN ZYLJKH.
117. Панов, В. Ф. Вектор поляризации электромагнитного излучения во Вселенной типа Гёделя / В. Ф. Панов, В. Н. Павелкин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 2(45). – С. 24-26. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-2-24-26. – EDN SNMDNH.
118. Пенский, О. Г. Математические модели диалектики виртуального мира / О. Г. Пенский // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 2(45). – С. 27-35. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-2-27-35. – EDN VKVWTQ.
119. Полосков, И. Е. Схема вычисления ковариационных функций векторов состояния нестационарных линейных стохастических дифференциальных систем с запаздыванием / И. Е. Полосков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 2(45). – С. 36-45. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-2-36-45. – EDN MFJAWM.
120. Фиговский, О. Л. Строительные артиллерийские орудия: технические решения и результаты эксплуатации / О. Л. Фиговский, О. Г. Пенский // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 2(45). – С. 55-59. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-2-55-59. – EDN YWOQIK.
121. Периодические решения дифференциальных уравнений / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, В. С. Королев, Е. А. Селицкая // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 3(46). – С. 5-15. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-3-5-15. – EDN QAJIVP.
122. Гаришин, О. К. Структурная модель образования микротяжей при деформировании наполненных эластомеров / О. К. Гаришин, А. К. Соколов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 5-12. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-5-12. – EDN WWNVCR.
123. Иванов, В. Н. Матричные уравнения движения систем твердых тел в гамильтоновых переменных. Системы с замкнутыми цепями / В. Н. Иванов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 13-20. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-13-20. – EDN JDALUN.



124. Комар, Л. А. Перестройка волнообразного рельефа упругого слоя под действием нагрузки / Л. А. Комар, А. Л. Свистков, А. Ю. Беляев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 21-29. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-21-29. – EDN ELZHGO.
125. Кувшинова, Е. В. Этап ранней инфляции эволюции Вселенной / Е. В. Кувшинова, О. В. Сандакова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 30-33. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-30-33. – EDN OTVYFS.
126. Кулаков, Ф. М. Дистанционное управление манипуляционными роботами / Ф. М. Кулаков, Г. В. Алферов, П. А. Ефимова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 34-43. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-34-43. – EDN VIRJHN.
127. Кусяков, А. Ш. Проектирование композитных стрингерных пластин / А. Ш. Кусяков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 44-48. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-44-48. – EDN ANOPNY.
128. Макеев, Н. Н. Перманентные вращения твердого тела в обобщенном силовом поле / Н. Н. Макеев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 49-55. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-49-55. – EDN YOPOLB.
129. Полосков, И. Е. Приближенное решение одного класса нелинейных интегродифференциальных уравнений в частных производных методом расширения пространства состояний / И. Е. Полосков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 56-61. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-56-61. – EDN PLQHMG.
130. Попов, И. П. Резонансы сил и скоростей / И. П. Попов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 62-66. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-62-66. – EDN BYWOOW.
131. Чирков, М. В. Моделирование управления иммунным ответом в условиях неопределенности на основе клинических данных / М. В. Чирков, С. В. Русаков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2019. – № 4(47). – С. 67-71. – DOI 10.17072/1993-0550-2019-4-67-71. – EDN IEKTQZ.
132. Гунин, В. И. Вихревая гидродинамика: новый подход к моделированию геосистем / В. И. Гунин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 5-18. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-5-18. – EDN XMHXRJ.
133. Лутманов, С. В. Сравнительный анализ результатов управления динамической системой, линеаризованной в окрестности базового движения, по критериям "минимум энергии" и "минимум силы" / С. В. Лутманов, Т. Ю. Кучкова, В. А. Овчинников // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 19-26. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-19-26. – EDN ORLLOH.
134. Павелкин, В. Н. Нестационарная космологическая модель с метрикой типа Геделя в теории Эйнштейна-Картана / В. Н. Павелкин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 27-31. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-27-31. – EDN XMHXRZ.

135. Пенский, О. Г. Простейшие математические модели пропаганды и контрпропаганды / О. Г. Пенский, Н. В. Ощепкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 32-35. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-32-35. – EDN XMHXSH.
136. Полосков, И. Е. Построение спектральной плотности решения линейного стохастического дифференциального уравнения в частных производных с постоянными запаздываниями / И. Е. Полосков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 36-45. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-36-45. – EDN UOALAO.
137. Чечулин, В. Л. О простых математических моделях роста культурных растений / В. Л. Чечулин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 1(40). – С. 46-50. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-1-46-50. – EDN XMHXVB.
138. Андреева, З. И. Равномерно - разрывные подгруппы группы движений евклидова  $n$  - мерного пространства / З. И. Андреева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2(41). – С. 5-10. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-2-5-10. – EDN XUOINF.
139. Еленская, Е. Ю. Об одной краевой задаче, сводящейся к уравнению с разрывным оператором / Е. Ю. Еленская, Ю. Н. Еленский // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2(41). – С. 11-15. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-2-11-15. – EDN XUOINN.
140. Симонов, П. М. Теорема Боля-Перрона и обратная к ней об асимптотической устойчивости для гибридных линейных систем с последствием / П. М. Симонов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2(41). – С. 38-43. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-2-38-43. – EDN XUOIOY.
141. Иванов, Г. Г. Производные числа функций одной переменной / Г. Г. Иванов, Г. В. Алферов, П. А. Горовенко // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 3(42). – С. 5-19. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-3-5-19. – EDN YMJSUX.
142. Симонов, П. М. Принцип максимума в задачах оптимального управления процессами, описываемыми гибридными функционально-дифференциальными уравнениями / П. М. Симонов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 3(42). – С. 20-25. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-3-20-25. – EDN VKVNFO.
143. Гусаренко, С. А. О разрешимости квадратичных вариационных задач с линейными ограничениями / С. А. Гусаренко // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 4(43). – С. 5-10. – DOI 10.17072/1993-0550-2018-4-5-10. – EDN YRJEAX.
144. Симонов, П. М. Условия действия и ограниченности операторов внутренней суперпозиции с весом в пространстве функций на полуоси / П. М. Симонов, А. В. Чистяков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2017. – № 1(36). – С. 5-12. – DOI 10.17072/1993-0550-2017-1-5-12. – EDN YORJAP.
145. Чудинов, К. М. Признаки осцилляции линейных уравнений с последствием / К. М. Чудинов, В. В. Малыгина // Вестник Пермского

- университета. Математика. Механика. Информатика. – 2017. – № 2(37). – С. 19-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2017-2-19-24. – EDN ZXFPPL.
146. Симонов, П. М. Обзор результатов по теории линейных порядково непрерывных операторов в полуупорядоченных пространствах измеримых функций (Посвящается 95-летию со дня рождения профессора Н.В. Азбелева и памяти старшего научного сотрудника А.В. Чистякова) / П. М. Симонов, А. В. Чистяков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2017. – № 3(38). – С. 27-48. – DOI 10.17072/1993-0550-2017-3-27-48. – EDN ZXNXBT.
147. Кандаков, А. А. Об устойчивости автономных разностных уравнений четвертого порядка / А. А. Кандаков, К. М. Чудинов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2017. – № 4(39). – С. 5-10. – DOI 10.17072/1993-0550-2017-4-5-10. – EDN ZXNXFZ.
148. Чудинов, К. М. Об осцилляции линейных дифференциальных уравнений с несколькими запаздываниями / К. М. Чудинов, В. В. Малыгина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2017. – № 4(39). – С. 11-18. – DOI 10.17072/1993-0550-2017-4-11-18. – EDN ZXNXGJ.
149. Баландин, А. С. О разрешимости на оси автономных дифференциальных уравнений с последействием / А. С. Баландин, В. В. Малыгина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 7-13. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-7-13. – EDN WLSNKF.
150. Дружинина, О. В. О развитии метода функций Ляпунова для дифференциальных уравнений с бесконечным запаздыванием / О. В. Дружинина, Н. О. Седова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 14-20. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-14-20. – EDN WLSNKP.
151. Искандаров, С. Об оценках снизу решений и их производных линейного интегро - дифференциального уравнения четвертого порядка типа Вольтерра / С. Искандаров, Г. Т. Халилова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 21-29. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-21-29. – EDN WLSNKZ.
152. Кирчанов, В. С. Уравнения дробного порядка для диффузии и релаксации в фрактальных средах / В. С. Кирчанов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 30-37. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-30-37. – EDN WLSNLJ.
153. Плаксина, В. П. Достаточные условия существования решения краевой задачи для одного квазилинейного сингулярного дифференциального уравнения второго порядка / В. П. Плаксина, И. М. Плаксина, Э. В. Плехова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 38-43. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-38-43. – EDN WLSNLT.
154. Попов, И. П. Интегрирование градиента в  $R^3$  / И. П. Попов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 44-46. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-44-46. – EDN WLSNMD.
155. Родина, Л. И. О сосуществовании циклов и хаотических решениях разностных уравнений со случайными параметрами / Л. И. Родина, И. И. Тютеев //

- Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 47-49. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-47-49. – EDN WLSNMN.
156. Седова, С. М. Устойчивость одного дифференциально-разностного уравнения с одним запаздыванием и с постоянными коэффициентами / С. М. Седова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 50-55. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-50-55. – EDN WLSNMX.
157. Симонов, П. М. Теорема Боля-Перрона для гибридных линейных систем с последствием / П. М. Симонов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 56-60. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-56-60. – EDN WLSNNH.
158. Юмагулов, М. Г. О построении областей устойчивости решений дифференциальных уравнений, зависящих от параметров / М. Г. Юмагулов, Л. С. Ибрагимова, И. Ж. Фанина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 2(33). – С. 61-66. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-2-61-66. – EDN WLSNNR.
159. Рекка, Р. А. Построение приближенного решения одного класса нелинейных уравнений методом осциллирующей функции / Р. А. Рекка, Е. Ю. Рекка, Ю. Ю. Фролов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 3(34). – С. 21-24. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-3-21-24. – EDN XAYUAR.
160. Сабатулина, Т. Л. Об осциллирующих решениях автономных дифференциальных уравнений с последствием / Т. Л. Сабатулина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 3(34). – С. 25-31. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-3-25-31. – EDN XAYUBV.
161. Черепенников, В. Б. Гладкие решения некоторых линейных функционально-дифференциальных уравнений / В. Б. Черепенников // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2016. – № 3(34). – С. 32-36. – DOI 10.17072/1993-0550-2016-3-32-36. – EDN XAYUBL.
162. Малыгина, В. В. Об устойчивости одной модели динамики популяций с последствием / В. В. Малыгина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 1(28). – С. 5-10. – EDN UHSYXR.
163. Седова, С. М. Устойчивость одного дифференциально-разностного уравнения с постоянным коэффициентом / С. М. Седова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 1(28). – С. 11-16. – EDN UHSYYB.
164. Гусаренко, С. А. О разрешимости сингулярного линейного дифференциального уравнения с опережающим аргументом / С. А. Гусаренко // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 2(29). – С. 5-8. – EDN UHSZEP.
165. Куликов, А. Ю. Об устойчивости линейных функционально-дифференциальных уравнений / А. Ю. Куликов, В. В. Малыгина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 2(29). – С. 9-14. – EDN UHSZEZ.
166. Мулюков, М. В. Устойчивость линейного автономного осциллятора с запаздывающей обратной связью / М. В. Мулюков // Вестник Пермского

- университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 3(30). – С. 5-11. – EDN VHLMNZ.
167. Механические свойства синтетических матриц трахеи на основе полимерного ультраволокнистого материала / М. В. Киселевский, Н. Ю. Анисимова, А. Д. Шепелев [и др.] // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 3(30). – С. 12-18. – EDN VHLMOJ.
168. Полосков, И. Е. Некоторые классы дифференциальных систем со случайными запаздываниями и методы их исследования / И. Е. Полосков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 3(30). – С. 19-36. – EDN VHLMOT.
169. Попов, И. П. Механические аналоги реактивной мощности / И. П. Попов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 3(30). – С. 37-39. – EDN VHLMPPD.
170. Стрелкова, Н. А. Об управлении одной системой второго порядка в сопротивляющейся среде / Н. А. Стрелкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 3(30). – С. 46-51. – EDN TECNYS.
171. Абдуллаев, А. Р. Об одном обобщенном уравнении пантографа / А. Р. Абдуллаев, Е. А. Скачкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 4(31). – С. 5-10. – EDN VHLGDL.
172. Малыгина, В. В. Об осциллирующих и знакоопределенных решениях одного класса функционально-дифференциальных уравнений / В. В. Малыгина, Т. Л. Сабатулина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 4(31). – С. 11-15. – EDN VH LGDV.
173. Иванов, В. Н. Численные методы исследования механических систем с дополнительными связями / В. Н. Иванов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2015. – № 4(31). – С. 16-27. – EDN VH LG EF.
174. Абдуллаев, А. Р. Об одной многоточечной краевой задаче для дифференциального уравнения второго порядка / А. Р. Абдуллаев, Е. А. Скачкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 2(25). – С. 5-9. – EDN SNFDVT.
175. Попов, И. П. О мерах механического движения / И. П. Попов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 3(26). – С. 13-15. – EDN SXTVHV.
176. Тарунин, Е. Л. Задача электростатики о взаимодействии заряженных шаров на близких расстояниях / Е. Л. Тарунин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 3(26). – С. 16-27. – EDN SXTVIF.
177. Малыгина, В. В. Об устойчивости автономных функционально-дифференциальных уравнений / В. В. Малыгина, Т. Л. Сабатулина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 4(27). – С. 5-9. – EDN TCRTPR.
178. Суюндукова, Э. С. Функционализация параметра в задаче о седло-узловых бифуркациях многопараметрических динамических систем / Э. С. Суюндукова //

- Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 4(27). – С. 10-15. – EDN TCRTQB.
179. Абдуллаев, А. Р. О периодических решениях обыкновенного дифференциального уравнения третьего порядка / А. Р. Абдуллаев, Е. А. Скачкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 1(13). – С. 5-9. – EDN PZQVZR.
180. Чечулин, В. Л. О счётности последователей типа PN и основаниях теории меры / В. Л. Чечулин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 1(13). – С. 13-15. – EDN PZQWAL.
181. Чечулин, В. Л. О трёхмерности задачи управления и её некотором обобщении / В. Л. Чечулин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 1(13). – С. 16-18. – EDN PZQWAV.
182. Абдуллаев, А. Р. Об одном методе оценки норм сингулярных интегральных операторов / А. Р. Абдуллаев, И. М. Плаксина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 2(21). – С. 5-8. – EDN RAIOLT.
183. Митин, В. Ю. Метод минимального покрытия и другие методы фрактального анализа изрезанности рельефа поверхностей / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 2(21). – С. 16-21. – EDN RAIOMN.
184. Чечулин, В. Л. Изоморфизм недостижимых последователей типа PO и основания теории меры / В. Л. Чечулин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 2(21). – С. 36-37. – EDN RAIONH.
185. Памяти академика Ивана Ивановича Ерёмкина (1933 - 2013) / Г. С. Шевцов, Я. Д. Половицкий, З. И. Андреева [и др.] // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 3(22). – С. 5-7. – EDN RPSSUB.
186. Чечулин, В. Л. Об одном свойстве матричного уравнения  $X = E \cdot X \cdot X$  / В. Л. Чечулин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 3(22). – С. 15-16. – EDN RPSSUV.
187. Абдуллаев, А. Р. Разрешимость периодической краевой задачи для уравнения типа Ван дер Поля / А. Р. Абдуллаев, А. А. Савочкина // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 4(23). – С. 5-8. – EDN RPYGRF.
188. Абдуллаев, А. Р. Периодические решения системы линейных функционально-дифференциальных уравнений / А. Р. Абдуллаев, Е. А. Скачкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 4(23). – С. 9-13. – EDN RPYGRP.
189. Пастухов Ю.Ф. "Необходимые условия в обратной вариационной задаче", *Фундаментальная и прикладная математика*, 7:1(2001), 285-288.
190. Седова, С. М. Устойчивость одного дифференциально-разностного уравнения с периодическим кусочно-постоянным коэффициентом / С. М. Седова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2012. – № 2(10). – С. 5-14. – EDN PCRVGX.
191. Рекка, Р. А. Приближенное решение дифференциальных уравнений с отражением аргумента / Р. А. Рекка, Е. А. Скачкова // Вестник Пермского

- университета. Математика. Механика. Информатика. – 2012. – № 3(11). – С. 5-8. – EDN PJHWWT.
192. Тарунин, Е. Л. Уточнения формул распределения простых чисел / Е. Л. Тарунин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 1(5). – С. 10-19. – EDN NTUHTV.
193. Шрагин, И. В. Пространства Орлича, порожденные параметризованными функциями Юнга векторного аргумента / И. В. Шрагин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 1(5). – С. 26-32. – EDN NTUHUZ.
194. Гусаренко, Е. Л. Об одном обобщении интегро-дифференциального неравенства Виртингера / Е. Л. Гусаренко, С. А. Гусаренко // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 2(6). – С. 4-7. – EDN OIVRYF.
195. Шрагин, И. В. Равенство норм Амеии и Орлича в пространствах Орлича, порожденных параметризованными функциями Юнга векторного аргумента / И. В. Шрагин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 2(6). – С. 25-34. – EDN OIVRZT.
196. Митин, В. Ю. Вычисление индекса Пуанкаре: описание "неколлинеарного случая" в пространствах произвольной конечной размерности / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 3(7). – С. 4-5. – EDN OIVSDP.
197. Седова, С. М. О критерии устойчивости дифференциально-разностных уравнений / С. М. Седова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 3(7). – С. 6-11. – EDN OIVSDZ.
198. Скачкова, Е. А. О периодических решениях функционально-дифференциального уравнения третьего порядка / Е. А. Скачкова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 3(7). – С. 12-16. – EDN OIVSEJ.
199. Митин, В. Ю. Доказательство изолированности нулевой особой точки в "неколлинеарном" случае для конечномерных векторных полей любой размерности / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 4(8). – С. 10-12. – EDN NPTKFL.
200. Садилов, Е. С. Конвекция в горизонтальном слое жидкости со свободными границами при малых числах Прандтля. Спектральный метод / Е. С. Садилов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 5(9). – С. 171-174. – EDN RMRXOB.
201. Бочкарев, Г. П. Вариационные задачи в свете современной теории функционально-дифференциальных уравнений / Г. П. Бочкарев // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 1(1). – С. 9-18. – EDN LGKJNZ.
202. Чистяков, А. В. О разложении Лебега линейных операторов в пространстве суммируемых вектор-функций / А. В. Чистяков // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 1(1). – С. 32-41. – EDN LGKJPN.

203. Тарунин, Е. Л. Возможности вычислительных методов в проблемах теории чисел / Е. Л. Тарунин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 2(2). – С. 15-28. – EDN MNLKJT.
204. Морозова, Е. А. Разрешимость краевой задачи для системы обыкновенных дифференциальных уравнений / Е. А. Морозова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 3(3). – С. 46-50. – EDN MVLIIJ.
205. Митин, В. Ю. Векторный подход к вычислению индекса Пуанкаре для изолированных нулей плоских векторных полей с вырожденной линейной частью / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2010. – № 4(4). – С. 4-7. – EDN NDXQSV.



Волосова Наталья Константиновна (Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана – национальный  
исследовательский университет);

Волосов Константин Александрович, Волосова Александра  
Константиновна (Российский Университет Транспорта);

Пастухов Дмитрий Феликсович, Пастухов Юрий Феликсович (Полоцкий  
университет имени Евфросинии Полоцкой);

## ОБОБЩЕНИЕ ФОРМУЛЫ ЭЙЛЕРА ДЛЯ НЕПЛАНАРНЫХ ГРАФОВ

Москва

2024