

## ЛЮДИ НАУКИ

**КАРЧЕВСКИЙ МИХАИЛ МИРОНОВИЧ**  
(к 70-летию со дня рождения)*И.Б. Бадриев, А.В. Лапин, Е.М. Федотов*

26 февраля 2014 г. исполнилось 70 лет со дня рождения Михаила Мироновича Карчевского, профессора Казанского федерального университета, известного российского ученого, видного специалиста в области сеточных методов решения нелинейных задач механики сплошной среды.



М.М. Карчевский окончил Казанский государственный университет в 1966 г. и был принят на работу в качестве ассистента кафедры вычислительной математики. В 1971 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Разностные схемы для квазилинейных эллиптических уравнений». С 1973 г. работал старшим преподавателем кафедры прикладной математики, с 1975 г. – доцентом кафедры вычислительной математики. В 1988 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Математические модели и разностные методы в нелинейной теории фильтрации и теории оболочек» в Вычислительном центре СО АН СССР (г. Новосибирск). В 1990 г. ему присвоено звание профессора.

М.М. Карчевский со студенческих лет начал активно заниматься научной работой в рамках студенческого научного семинара под руководством А.Д. Ляшко. Этот семинар по сути был тем зерном, из которого впоследствии и образовалась кафедра вычислительной математики – известный и признанный в научном мире коллектив. М.М. Карчевский, благодаря своим незаурядным творческим способностям, эрудиции и трудолюбию, внес существенный вклад в дело создания кафедры вычислительной математики и накопления научного потенциала сотрудников этой кафедры, которую он возглавлял с 1998 по 2012 г.

М.М. Карчевский одним из первых в нашей стране начал заниматься разработкой сеточных методов решения нелинейных задач механики сплошной среды. Им предложен вариационно-разностный метод построения разностных аппроксимаций задачи Дирихле для квазилинейных эллиптических уравнений на прямоугольных сетках. Доказана теорема об однозначной разрешимости соответствующей системы нелинейных уравнений, доказана сходимость разностной схемы при определенных условиях гладкости точного решения [1–4]. Аналогичные результаты получены для схем метода прямых для квазилинейных эллиптических уравнений на прямоугольной области. Предложен способ выделения неоднородности при разностной аппроксимации граничных условий Дирихле для эллиптических уравнений высших порядков. На основе этого метода была доказана сходимость метода прямых для линейного эллиптического уравнения четвертого порядка.

Изучены классы устойчивых двуслойных операторно-разностных схем с нелинейными операторами [5]. Исследованы классы корректности двуслойных операторно-разностных схем с нелинейными дифференцируемыми по Гато операторами. На этой основе сконструированы разностные аппроксимации широких классов квазилинейных параболических уравнений. Исследована их сходимость на достаточно гладких решениях [6].

Построены и исследованы итерационные методы решения нелинейных операторных уравнений с монотонными операторами. Эти общие результаты применены для построения и исследования экономичных итерационных методов решения сеточных уравнений, аппроксимирующих краевые задачи для квазилинейных эллиптических уравнений [7]. Разработан метод сумматорных тождеств построения разностных аппроксимаций основных граничных задач для многомерных эллиптических уравнений. Проведено исследование точности соответствующих разностных схем для широких классов уравнений, в том числе и с разрывными коэффициентами [8–10]. Метод сумматорных тождеств применен к построению разностных схем для квазилинейных эллиптических уравнений на полярной сетке [11, 12]. Предложен и исследован устойчивый итерационный метод решения некорректных задач типа Неймана [13].

Предложен способ описания фильтрации жидкостей, следующих нелинейным законам фильтрации с предельным градиентом сдвига. Исследованы вопросы разрешимости соответствующих нелинейных краевых задач. Доказана единственность воспроизведения скорости фильтрации. Исследованы разностные аппроксимации краевых задач и итерационные методы их численной реализации. Проведены методические расчеты течений с предельным градиентом сдвига [14–17].

Предложены и исследованы разностные схем для задач о напряженно-деформированном состоянии пластин и оболочек в рамках теории среднего изгиба. Предложены способы разностной аппроксимации второго порядка точности ковариантных производных компонент векторного поля в произвольной криволинейной системе координат. На основе этих аппроксимаций и метода сумматорных тождеств построены и исследованы разностные аппроксимации о равновесии упругого цилиндра [18–20]. Построены и исследованы разностные аппроксимации стационарных задач теории упругости в сферических и тороидальных координатах, сконструированы экономичные итерационные методы решения соответствующих сеточных уравнений [21, 22]. Проведено исследование разрешимости и разностных методов решения нелинейных задач теплопроводности с излучением [23].

Разработан вариационный метод исследования уравнений с разрывными монотонными операторами в гильбертовых пространствах [24]. Предложена и исследована постановка задач фильтрации жидкостей, следующих разрывному закону фильтрации с предельным градиентом сдвига в виде вариационного неравенства

с разрывным монотонным оператором. Указан способ построения соответствующей скорости фильтрации, удовлетворяющей уравнению неразрывности. Разработаны методы двойственности исследования задач фильтрации с разрывным законом и построения итерационных методов их решения [25, 26]. Предложена и исследована постановка нестационарных задач теории фильтрации с разрывным законом в виде нестационарного вариационного неравенства с разрывным монотонным оператором [27].

Построен и исследован итерационный метод решения задачи Дирихле для разностного бигармонического уравнения, основанный на сеточных теоремах В.Б. Андреева о следах в областях с угловыми точками. Оценка скорости сходимости метода лишь логарифмическим множителем отличается от оптимальной [28].

Предложены и исследованы итерационные методы типа Удзавы и штрафа численного решения задачи об упруго-пластическом изгибе пластин в рамках геометрически линейной модели [29, 30].

Разработан и исследован метод фиктивных областей для численного решения задач гидродинамической теории смазки [31].

Построены и исследованы разностные схемы и итерационные методы для ряда нелинейных задач теории сильного изгиба пластин и оболочек. Исследованы вопросы разрешимости нелинейных краевых задач теории сильного изгиба непологих цилиндрических и сферических оболочек [32–34]. Исследованы условия разрешимости вариационных задач о равновесии геометрически и физически нелинейных пологих оболочек в рамках теории среднего изгиба. Рассмотрен также и наиболее сложный случай свободной от закрепления оболочки [35, 36]. Построены и исследованы смешанные схемы конечных элементов для геометрически нелинейных задач теории пластин и оболочек при различных способах введения вспомогательных неизвестных. Разработаны эффективные итерационные методы решения соответствующих систем сеточных уравнений, построены и исследованы смешанные схемы с численным интегрированием и концентрацией матрицы масс, приводящие к новым классам разностных аппроксимаций нелинейных задач теории пластин [37–41]. Исследована разрешимость различных классов геометрически нелинейных моделей теории оболочек. Для этой цели, по-видимому, впервые была применена техника теории неявных функций в банаховых алгебрах [42]. Исследованы условия разрешимости вариационных задач о равновесии пологих многослойных геометрически нелинейных оболочек с трансверсально-мягким наполнителем [43, 44].

Построены и исследованы новые классы смешанных методов конечных элементов для квазилинейных эллиптических уравнений четвертого порядка, вырождающихся на границе [45, 46]. Развита смешанные методы конечных элементов типа Равьяра–Тома для различных классов квазилинейных эллиптических уравнений при различных способах введения вспомогательных неизвестных. Рассмотрены также уравнения, допускающие вырождения по нелинейности. Получены оценки точности приближенных решений. Сконструированы и исследованы различные варианты итерационных процессов для численного решения соответствующих нелинейных систем сеточных уравнений [46–51].

Получены оценки скорости сходимости многосеточного метода решения дивергентного эллиптического уравнения второго порядка общего вида, в том числе содержащего слабую нелинейность. При этом улучшены известные оценки нормы оператора перехода многосеточного метода [52–54].

М.М. Карчевский принимал участие в разработке математических моделей, численных методов, комплексов компьютерных программ, проведении расчетов, направленных на решение ряда конкретных прикладных задач. Проведен расчет различных видов жидкостных подшипников скольжения и подшипников-

уплотнений [55–57]. Проведено численное моделирование течения нелинейных вязкоупругих жидкостей (экструзии полимеров) [58]. Разработаны численные методы решения обратных задач определения кондуктивной теплопроводности полупрозрачных жидкостей [59], проведено численное моделирование газодинамических уплотнений [60, 61], численное моделирование тепловых полей спиральных охлаждаемых компрессоров сухого сжатия [62].

Таким образом, исследования, проведенные М.М. Карчевским, внесли существенный вклад в современную вычислительную математику, теорию и практику математического моделирования.

### Литература

1. *Ляшко А.Д., Карчевский М.М.* Исследование разностных схем с помощью вариационного метода // Изв. вузов. Матем. – 1967. – № 3. – С. 59–65.
2. *Ляшко А.Д., Карчевский М.М.* Исследование метода прямых для нелинейных эллиптических уравнений // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1967. – Т. 7, № 3. – С. 677–680.
3. *Карчевский М.М.* О сходимости метода прямых для эллиптических уравнений четвертого порядка // Изв. вузов. Матем. – 1969. – № 4. – С. 24–27.
4. *Карчевский М.М.* Разностные схемы для квазилинейных эллиптических уравнений // Изв. вузов. Матем. – 1970. – № 9. – С. 48–58.
5. *Ляшко А.Д., Карчевский М.М.* Исследование одного класса нелинейных разностных схем // Изв. вузов. Матем. – 1970. – № 7.–С. 63–71.
6. *Карчевский М.М., Лапин А.В., Ляшко А.Д.* Экономичные разностные схемы для квазилинейных параболических уравнений // Изв. вузов. Матем. – 1972. – № 3. – С. 23–31.
7. *Карчевский М.М.* Итерационные схемы для уравнений с монотонными операторами // Изв. вузов. Матем. – 1971. – № 5. – С. 32–37.
8. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Разностные схемы для нелинейных многомерных эллиптических уравнений. I // Изв. вузов. Матем. – 1972. – № 11. – С. 23–31.
9. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Разностные схемы для нелинейных многомерных эллиптических уравнений. II // Изв. вузов. Матем. – 1973. – № 3. – С. 44–52.
10. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Разностные схемы для квазилинейных эллиптических уравнений с разрывными коэффициентами // Изв. вузов. Матем. – 1974. – № 5. – С. 128–137.
11. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Разностные схемы для квазилинейных эллиптических уравнений на полярной сетке // Численные методы механики сплошной среды. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1972. – Т. 3, № 4. – С. 67–78.
12. *Карчевский М.М.* Итерационная схема для квазилинейного эллиптического уравнения на полярной сетке // Численные методы механики сплошной среды. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР. – 1973. – Т. 4, № 2. – С. 84–92.
13. *Карчевский М.М.* Об устойчивых итерационных методах решения задач типа Неймана // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1974. – Т. 14, № 1. – С. 254–259.
14. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Исследование нелинейных задач теории фильтрации // Труды семинара по крайвым задачам. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1974. – Вып. 11. – С. 64–72.
15. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* О решении некоторых нелинейных задач теории фильтрации // Изв. вузов. Матем. – 1975. – № 6. – С. 73–81.

16. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Оценки точности разностных схем для нелинейных эллиптических уравнений // Исследования по прикладной математике. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1975. – Вып. 3. – С. 82–86.
17. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д.* Разностные схемы для нелинейных уравнений математической физики. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1976. – 158 с.
18. *Волошановская С.Н., Карчевский М.М.* Разностная схема для смешанной граничной задачи сильного изгиба пологих оболочек // Исследования по прикладной математике. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1976. – Вып. 9. – С. 32–52.
19. *Волошановская С.Н., Карчевский М.М.* Разностная схема для задачи о сильном изгибе тонких пластин // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1977. – Т. 17, № 1. – С. 183–195.
20. *Волошановская С.Н., Карчевский М.М.* Об аппроксимации тензора деформации в криволинейных координатах. Разностная схема для задачи о равновесии упругого цилиндра // Изв. вузов. Матем. – 1977. – № 10. – С. 70–80.
21. *Карчевский М.М.* Итерационная схема переменных направлений для решения плоской задачи теории упругости на полярной сетке // Исследования по прикладной математике. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1981. – Вып. 9. – С. 3–8.
22. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д., Стребков Е.В.* Разностные методы решения задач теории упругости на криволинейных ортогональных сетках // Численные методы решения задач теории упругости и пластичности. – Новосибирск: Изд-во ИТПМ СО АН СССР, 1982. – С. 248–255.
23. *Карчевский М.М., Федотов Е.М.* Разностный метод решения задачи теплообмена излучением // Дифференц. уравнения. – 1980. – Т. 16, № 7. – С. 1226–1234.
24. *Ляшко А.Д., Бадриев И.Б., Карчевский М.М.* О вариационном методе для уравнений с разрывными монотонными операторами // Изв. вузов. Матем. – 1978. – № 11. – С. 63–69.
25. *Карчевский М.М., Бадриев И.Б.* Нелинейные задачи теории фильтрации с разрывными монотонными операторами // Численные методы механики сплошной среды. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР. – 1979. – Т. 9, № 5. – С. 63–68.
26. *Бадриев И.Б., Карчевский М.М.* Применение метода двойственности к решению задач фильтрации с предельным градиентом // Дифференц. уравнения. – 1982. – Т. 18, № 7. – С. 1133–1144.
27. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д., Павлова М.Ф.* О разностных схемах для уравнений нелинейной нестационарной теории фильтрации // Дифференц. уравнения. – 1979. – Т. 16, № 8. – С. 1692–1706.
28. *Карчевский М.М.* О некоторых методах решения первой краевой задачи для разностного бигармонического уравнения // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1983. – Т. 23, № 5. – С. 1088–1097.
29. *Волошановская С.Н., Карчевский М.М.* Об итерационных методах решения задач упруго-пластического изгиба пластин // Численные методы и их применение. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1983. – С. 3–18.
30. *Волошановская С.Н., Карчевский М.М.* Решение задачи об упруго-пластическом изгибе пластин методом Удзавы // Сеточные методы решения задач математической физики. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. – С. 17–27.
31. *Карчевский М.М., Саримов Н.Н.* Метод фиктивных областей для одной задачи теории смазки подшипников // Сеточные методы решения задач математической физики. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. – С. 75–80.

32. *Карчевский М.М.* Нелинейные задачи теории пластин и оболочек и их сеточные аппроксимации // Изв. вузов. Матем. – 1985. – № 10. – С. 17–30.
33. *Карчевский М.М., Волошановская С.Н.* Исследование разрешимости задачи о сильном изгибе цилиндрической оболочки // Исследования по прикладной математике. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1985. – Вып. 13. – С. 75–85.
34. *Волошановская С.Н., Карчевский М.М.* О разрешимости задачи о геометрически-нелинейном изгибе незамкнутой сферической оболочки // Исследования по прикладной математике. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1988. – Вып. 15. – С. 37–48.
35. *Карчевский М.М.* О разрешимости вариационных задач нелинейной теории оболочек // Дифференц. уравнения. – 1991. – Т. 27, № 7. – С. 1196–1203.
36. *Карчевский М.М.* Исследование разрешимости нелинейной задачи о равновесии полой незакрепленной оболочки // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. – 2013. – Т. 155, кн. 3. – С. 105–110.
37. *Карчевский М.М.* О смешанном методе конечных элементов в нелинейной теории тонких оболочек // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1998. – Т. 38, № 2. – С. 324–329.
38. *Заботина Л.Ш., Карчевский М.М.* Итерационные методы для смешанных схем конечных элементов решения нелинейных задач теории оболочек // Вычислительные технологии. – 1998. – Т. 3, № 4. – С. 24–35.
39. *Карчевский М.М.* Смешанный метод конечных элементов для нелинейных задач теории пластин // Изв. вузов. Матем. – 1992. – № 7. – С. 12–19.
40. *Заботина Л.Ш., Карчевский М.М.* О смешанных схемах конечных элементов для нелинейных задач теории оболочек // Изв. вузов. Матем. – 1996. – № 1. – С. 44–50.
41. *Карчевский М.М.* Об одном классе сеточных методов для нелинейных задач теории пластин // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1999. – Т. 39, № 4. – С. 670–680.
42. *Карчевский М.М.* О разрешимости геометрически нелинейных задач теории тонких оболочек // Изв. вузов. Матем. – 1995. – № 6. – С. 30–36.
43. *Карчевский М.М., Паймушин В.Н.* О вариационных задачах теории трехслойных оболочек // Дифференц. уравнения. – 1994. – Т. 30, № 7. – С. 1217–1221.
44. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д., Паймушин В.Н.* О математических задачах теории многослойных оболочек с трансверсально-мягкими заполнителями // Изв. вузов. Матем. – 1997. – № 4. – С. 66–76.
45. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д., Тимербаев М.Р.* Метод конечных элементов для квазилинейных вырождающихся уравнений четвертого порядка // Дифференц. уравнения. – 1999. – Т. 35, № 2. – С. 232–237.
46. *Карчевский М.М., Ляшко А.Д., Тимербаев М.Р.* Смешанный метод конечных элементов для квазилинейных вырождающихся эллиптических уравнений четвертого порядка // Дифференц. уравнения. – 2000. – Т. 36, № 7. – С. 946–953.
47. *Karchevsky M.M., Fedotov A.E.* Error estimates and iterative procedure for mixed finite element solution of second-order quasi-linear elliptic problems // Comput. Methods Appl. Math. – 2004. – V. 4, No 4. – P. 445–463.
48. *Карчевский М.М., Федотов А.Е.* Смешанный метод конечных элементов для квазилинейных вырождающихся эллиптических уравнений // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. – 2005. – Т. 147, кн. 3. – С. 127–140.

- 
49. *Задворнов О.А., Карчевский М.М., Федотов А.Е.* Применение смешанных схем МКЭ для решения задач нелинейной теории фильтрации // Изв. вузов. Матем. – 2007. – № 8. – С. 16–26.
  50. *Гогин А.П., Карчевский М.М.* Об одном итерационном методе для смешанных схем конечных элементов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. – 2011. – Т. 153, кн. 4. – С. 5–10.
  51. *Гогин А.П., Карчевский М.М.* Об оценках погрешности одного варианта смешанного метода конечных элементов // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. – 2013. – Т. 155, кн. 2. – С. 44–53.
  52. *Карчевский М.М.* О сходимости многосеточного метода для эллиптических уравнений второго порядка // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. – 2009. – Т. 151, кн. 3. – С. 154–161.
  53. *Карчевский М.М.* О многосеточном методе для слабонелинейных эллиптических уравнений второго порядка // Изв. вузов. Матем. – 2011. – № 3. – С. 10–19.
  54. *Карчевский М.М.* Многосеточный метод решения слабонелинейных эллиптических уравнений второго порядка // Труды Матем. центра им. Н.И. Лобачевского. – Казань: Отечество, 2013. – Т. 48. – С. 3–19.
  55. *Карчевский М.М., Максимов В.А., Хадиев М.Б.* К расчету гидродинамических подшипников с неподвижными подушками // Машиноведение. – 1978. – № 7. – С. 11–18.
  56. *Карчевский М.М., Максимов В.А., Хадиев М.Б.* Термоупругогидродинамическое исследование и расчет характеристик подшипников с подвижными подушками // Машиноведение. – 1979. – № 5. – С. 19–28.
  57. *Саримов Н.Н., Фосс С.Л., Карчевский М.М., Палладий А.В.* Определение характеристик гидростатического подшипника-уплотнения // Исследование гидростатических опор и уплотнений двигателей летательных аппаратов. – Харьков: ХАИ, 1986. – С. 138–145.
  58. *Даутов Р.З., Карчевский М.М., Саримов Н.Н.* Численное моделирование неизоэнтальпического течения нелинейных вязкоупругих жидкостей // Изв. вузов. Матем. – 1993. – № 11. – С. 9–16.
  59. *Аляев В.А., Карчевский М.М., Панфилович В.К.* Об одном методе определения коэффициента кондуктивной теплопроводности поглощающей и излучающей жидкости // Изв. вузов. Авиац. техника. – 2005. – № 1. – С. 42–44.
  60. *Даутов Р.З., Карчевский М.М., Новиков Е.А., Федотов Е.М., Хайсанов В.К.* К численному моделированию газодинамических уплотнений // Исследования по прикладной математике и информатике. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2006. – Вып. 26. – С. 59–63.
  61. *Даутов Р.З., Карчевский М.М., Новиков Е.А., Федотов Е.М., Хайсанов В.К.* Математическое моделирование сухих газодинамических уплотнений // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. – 2013. – Т. 155, кн. 2. – С. 158–166.
  62. *Даутов Р.З., Карчевский А.М., Карчевский М.М., Паранин Ю.А., Федотов Е.М.* Численное моделирование тепловых полей спирального компрессора // Компрессорная техника и пневматика. – 2010. – № 1. – С. 2–8.
-

**Бадриев Ильдар Бурханович** – доктор физико-математических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *ildar.badriev@kpfu.ru*

**Лапин Александр Васильевич** – доктор физико-математических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *avlapine@mail.ru*

**Федотов Евгений Михайлович** – доктор физико-математических наук, доцент, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *Eugeny.Fedotov@kpfu.ru*