

Компьютерное проектирование больших разветвленных трубопроводных систем водоснабжения высокого ранга оптимальности

М. Б. Абазоков[✉], В. Ч. Кудаев

Институт прикладной математики и автоматизации –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А

Аннотация. Задача проектирования оптимальных трубопроводных гидравлических систем регионального и межрегионального водоснабжения в настоящее время исключительно актуальна в связи с недостатком водных ресурсов в части регионов России. Для существенно многоэкстремальных задач оптимизации, к которым относится данная задача, локальный экстремум не информативен, а глобальный практически недостижим за экономически оправданное время решения задачи на компьютере. Целью исследования является разработка метода, алгоритмов и программной системы компьютерного проектирования больших разветвленных трубопроводных систем водоснабжения высокого ранга оптимальности. Основа метода состоит в разделении решения задачи синтеза системы, содержащей потоковые и потенциальные переменные (т.е. являющейся сетью Кирхгофа), на две фазы, что существенно снижает ее размерность. На первой фазе определяется структура, на второй – значения гидравлических параметров сети. Разработанные метод, алгоритм и программная система предназначены для компьютерного проектирования разветвленных трубопроводных систем регионального и межрегионального водоснабжения, а также больших трубопроводных оросительных систем.

Ключевые слова: трубопроводная разветвленная гидравлическая сеть Кирхгофа, компьютерное проектирование, ранговая оптимизация сети, снижение размерности задачи, формула Дарси-Вейсбаха, затраты на трубопроводы, энергетические затраты, насосная станция

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меренков А. П., Сеннова Е. В., Сумароков С. В. и др. Математическое моделирование и оптимизация систем тепло-, водо-, нефте- и газоснабжения. Новосибирск: Наука, 1992. 407 с.
2. Абрамов Н. Н., Поспелова М. М., Сомов М. А. и др. Расчет водопроводных сетей. М.: Стройиздат, 1983. 278 с.
3. Булатов В. П., Кассинская Л. И. Некоторые методы минимизации вогнутой функции на выпуклом многограннике // В кн. Методы оптимизации и их приложения. Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1987. С. 151–172.
4. Анциферов Е. Г., Ащепков Л. Т., Булатов В. П. Методы оптимизации и их приложения. Ч. 1. Математическое программирование. Новосибирск: Наука, 1990. 158 с. ISBN: 5-02-029658-9
5. Трубин В. А., Михалевич В. С., Шор Н. З. Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования. М.: Наука, 1986. 260 с.
6. Туй Х. Вогнутое программирование при линейных ограничениях // Доклады АН СССР. 1964. Т. 159. № 1. С. 32–35.
7. Ставровский Е. Р., Трунов Р. А. Новые задачи и компьютерные программы оптимизации конфигурации и параметров региональных газораспределительных сетей

при их проектировании // Трубопроводные системы энергетики. Методы математического моделирования и оптимизации: сб. науч. тр. Новосибирск: Наука, 2007. С. 97–108. ISBN: 978-5-02-023193-1

8. *Кудаев В. Ч., Абазоков М. Б.* Ранговая оптимизация потоковых сетей // Вестник КРАУНЦ, Физ.-мат. науки. 2018. № 4(24). С. 178–185. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-24-4-178-185

9. *Кудаев В. Ч., Абазоков М. Б.* Компьютерное проектирование потоковых сетей Р-го ранга оптимальности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 6(92). С. 122–131. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-6-92-122-131

10. *Кудаев В. Ч., Абазоков М. Б.* Кустовая оптимизация высокого ранга оптимальности потоковых сетей // Вестник КРАУНЦ, Физ.-мат. науки. 2021. Т. 37. № 4. С. 104–118. DOI: 10.26117/2079-6641-2021-37-4-104-118

11. *Абазоков М. Б., Багов М. А., Кудаев В. Ч.* Компьютерное проектирование больших трубопроводных сетей высокого ранга оптимальности // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2022. Т. 22. № 4. С. 39–56. DOI: 10.47928/1726-9946-2022-22-4-39-56

12. *Абазоков М. Б., Кудаев В. Ч.* Трассировка больших разветвленных трубопроводных гидравлических сетей высокого ранга оптимальности на динамическом базовом графе // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 4(114). С. 39–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-4-114-39-54

13. *Кудаев В. Ч.* Ранги экстремумов и структурная оптимизация больших сетевых систем // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 4(72). С. 15–24. EDN: WKDXXX

14. *Некрасова О. А., Хасилев В. Я.* Оптимальное дерево трубопроводной системы // Экономика и математические методы. 1970. Т. 4. № 3. С. 427–432.

Информация об авторах

Абазоков Мухаммед Борисович, мл. науч. сотр., отдел вычислительных методов, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А;

Abazokov.Mukhammed@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6847-403X>, SPIN-код: 3343-5679

Кудаев Валерий Черимович, канд. ф.-м. наук, вед. науч. сотр., отдел вычислительных методов, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А;

valeriy.kudayev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8313-4199>, SPIN-код: 9931-1060