

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

УДК 614.8:69: 681.3

## РЕАЛИЗАЦИЯ АППРОКСИМАЦИОННОГО АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© 2016 С. А. Сазонова, А. П. Калинин, Л. Д. Карпов, В. О. Овсянников, Е. А. Недоцука

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

*Рассматриваются особенности реализации аппроксимационного алгоритма решения задачи параметрической оптимизации гидравлических систем. Приведена блок-схема аппроксимационного алгоритма решения задачи параметрической оптимизации.*

*Ключевые слова: гидравлические системы, параметрическая оптимизация, аппроксимационный алгоритм, безопасность функционирования.*

Опыт использования аппроксимационных методов свидетельствует, что они успешно применяются как в задачах анализа [1], так и синтеза [2] гидравлических систем (ГС), но при факторах внедрения этих методов в решение задач, сопряженных с их поиском или корректировкой (в частности параметрическая оптимизация).

Для компактности представления условия непрерывности аргумента. Дискретность диаметров, безусловно, является сдерживающим аппроксимационного алгоритма вместо подробного описания на рисунке 1 показана лишь укрупненная блок-схема. Более детально этот алгоритм рассмотрен, например, в работах [1, 3].

На первом этапе алгоритма исчерпываются возможности работы с континуальными переменными  $D_r$  и их значения укладываются в диапазон размеров труб используемого сортамента. Учет этих ограничений фактически предопределяет условия реализации второго (заключительного) этапа решения.

Цель второго этапа состоит в переходе на всех участках от расчетных  $D_r$  к стандартным  $D_s$  значениям диаметров, поэтому услов-

но его можно назвать этапом стандартизации диаметров. Можно предположить, что окончательно принятое оптимальное (но уже стандартное) значение диаметра на любом участке должно соответствовать одной из границ этого интервала. Иными словами если возобновить вычислительный процесс на основе [1, 3], то для каждого участка вносимые поправки не должны «выводить» диаметр за пределы полученного на первом этапе диапазона.

Таким образом достаточно ввести два условия процедуры стандартизации:

1) Если расчетное значение  $D_r$ , оказались в наперед заданной малой окрестности  $D_s$ , то присваивается значение  $D_s$ .

2) Если поправка к диаметру  $\delta D_i^{(k)}$  в течение определенного количества итераций, устанавливаемого пользователем, практически не изменяет его значения, что возможно либо из-за крайне слабой чувствительности решения к конкретному элементу, либо в результате применения процедуры искусственного закругления чувствительности ввиду нарушения тех или иных ограничений. Завершению второго этапа соответствует полная стандартизация  $D_r$ .

Аппроксимационный алгоритм решения задачи параметрической оптимизации лежит в основе численной реализации математических моделей резервирования [3] на основе моделей потокораспределения [4, 5, 6]. Математические модели статического оценивания [7], диагностики утечек [8] и оперативного управления [9, 10] ГС комплексно реализуются в рамках рассматриваемой задачи.

Сазонова Светлана Анатольевна – доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности ВГАСУ, к. т. н., доцент, e-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru;  
Калинин Андрей Петрович – доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности ВГАСУ, к. т. н.;  
Карпов Леонид Данилович – доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности ВГАСУ;  
Овсянников Вадим Олегович – студент группы 1241 ВГАСУ;  
Недоцука Екатерина Александровна – студентка группы 1231 ВГАСУ.

Проверка их работоспособности выполнена с помощью проведения вычислительных экспериментов в работах [11, 12].

Так же с целью обеспечения требуемого уровня конструктивной надежности [13, 14] рассматриваемых систем при условии применения современных материалов [15], необходимо решить целый ряд инженерных задач, таких как экологические [16, 17, 18,

19, 20], в случае возникновения аварий [21] на ГС. В качестве дополнительной задачи в комплексе рассматриваемых задач обеспечения безопасности при функционировании ГС может рассматриваться задача управления функционированием сложными системами на базе современных информационных технологий [22].

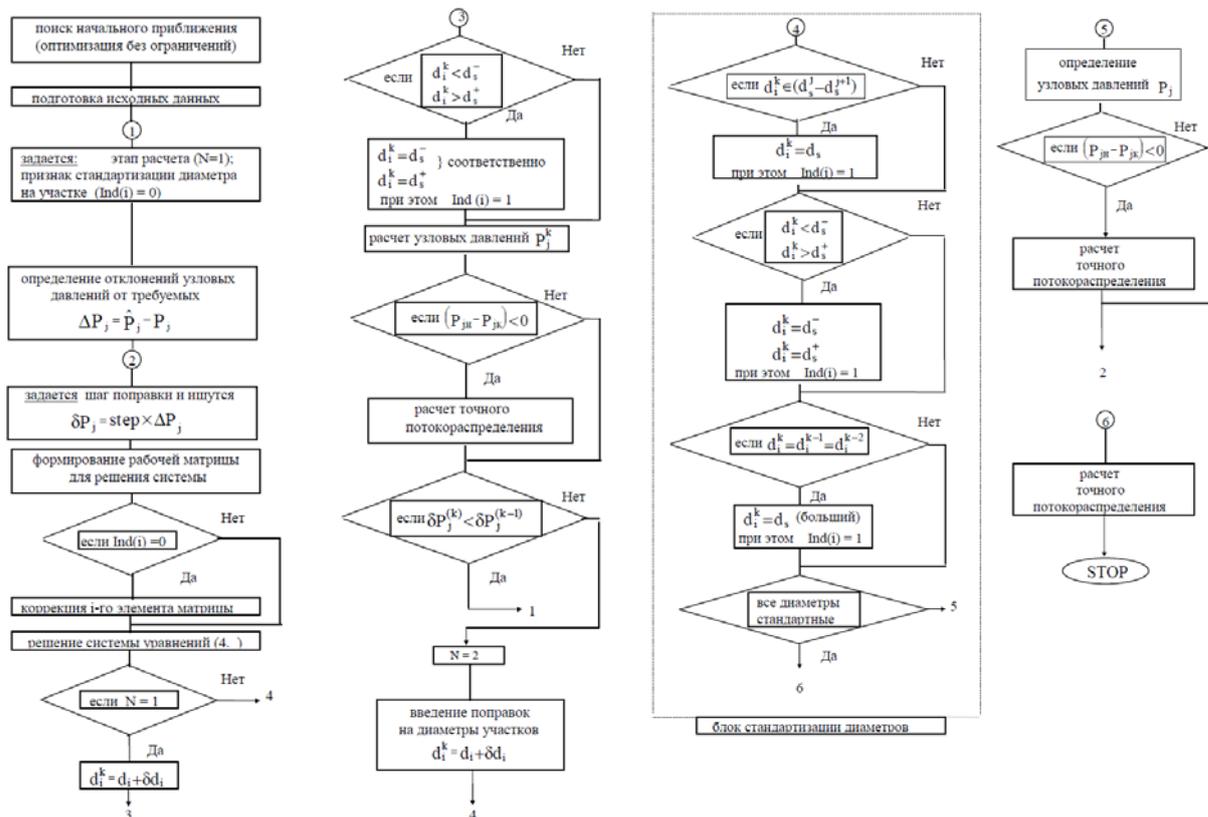


Рис. 1. Блок-схема аппроксимационного алгоритма решения задачи параметрической оптимизации

### ЛИТЕРАТУРА

1. Квасов И. С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И. С. Квасов. – Воронеж, 1998. – 30 с.
2. Кафаров В. В. Аппроксимационно-топологический метод анализа гидравлических цепей химико-технологических систем / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин, В. Я. Каплинский // ДАН СССР. – 1981. – № 2. – С. 258.
3. Сазонова С. А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С. А. Сазонова, В. Я. Манохин, М. В. Манохин, С. Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4 (34). – С. 440-448.
4. Сазонова С. А. Моделирование неустановившегося и установившегося потокораспределения систем теплоснабжения /

- С. А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 1 (10). – С. 55-60.
5. Сазонова С. А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 7. – № 5. – 2011. – С. 68-71.
6. Сазонова С. А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С. А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. – № 3. – С. 45-46.
7. Сазонова С. А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 7. – № 11. – 2011 – С. 139-141.
8. Сазонова С. А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного

технического университета. – Том 7. – № 11. – 2011. – С. 119-121.

9. Сазонова С. А. Решение прикладных задач управления функционированием системами теплоснабжения / С. А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 2 (11). – С. - 59-63.

10. Сазонова С. А. Комплекс прикладных задач оперативного управления, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – № 2 (15). – С. 37-41.

11. Сазонова С. А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С. А. Сазонова, В. Я. Манохин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. – Воронеж: ВГАСУ, 2015. – № 1. – С. 138-147.

12. Сазонова С. А. Численная апробация математических моделей мониторинга безопасного функционирования систем газоснабжения / С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, В. Я. Манохин, М. В. Манохин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 1. – С. 255-264.

13. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / С. Д. Николенко, Д. А. Казаков, И. В. Михневич. Патент на изобретение RUS 2415237 27.10.2009.

14. Сооружение, возведенное на несъемной пневматической опалубке / С. Д. Николенко, Д. А. Казаков. Патент на изобретение RUS 2371555 05.06.2008.

15. Ткаченко А. Н. Теоретическая оценка распределения фибр в дисперсно-армированных бетонах / А. Н. Ткаченко, С. Д. Николенко, Д. В. Федулов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – № 4. – С. 54-58.

16. Жидко Е. А. Анализ состояния атмосферы в регионе и социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды / Е. А. Жидко, В. С. Муштенко // В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й международной научно-практической конференции. – 2008. – С. 69-74.

17. Жидко Е. А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия / Е. А. Жидко // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 3. – С. 57-62.

18. Жидко Е. А. Методический подход к идентификации экологического риска, учитываемого в деятельности предприятия / Е. А. Жидко, В. С. Муштенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2011. – № 1. – С. 11-14.

19. Жидко Е. А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е. А. Жидко. - Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.

20. Манохин М. В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М. В. Манохин, В. Я. Манохин, С. А. Сазонова, Е. И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4 (34). – С. 370-376.

21. Золотарев В. Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В. Л. Золотарев, В. Я. Манохин, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2015. – № 1. – С. 8-16.

22. Жидко Е. А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е. А. Жидко, Л. Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 2 (21). – С. 33.

## **IMPLEMENTATION APPROXIMATION ALGORITHM FOR PARAMETRIC OPTIMIZATION TO GENERATE SAFE OPERATION OF HYDRAULIC SYSTEMS**

© 2016 S. A. Sazonova, A. P. Kalinin, L. D. Karpov, V. O. Ovsyannikov, E. A. Nedocuka

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering*

*The implementations of the approximation algorithm for solving the problem of parametric optimization of hydraulic systems. Is a block diagram of an approximation algorithm for solving the problem of parametric optimization.*

*Keywords: hydraulic systems, parametric optimization, approximation algorithm, the security operation.*