

УДК 004.414.38

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ СИМУЛЯТОР АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

*Морозов М. С., Теплинский С.В.*

*Донецкий национальный технический университет*

*В статье рассматривается программное обеспечение симулятора аэродинамического объекта с распределенными параметрами, освещена функциональность основных модулей программы и приведены результаты работы в качестве выходного интерфейса.*

### 1. Введение

Под сетевым динамическим объектом понимается совокупность элементов, связанных между собой физическими узлами, через которые осуществляются целенаправленные распределения потоков (электрический ток, потоки жидкости, газа и т.п.). Сетевые объекты распространены в различных областях техники как класс объектов исследования, проектирования и управления.

Реальные сети имеют большое количество элементов, сильную взаимосвязь управляемых переменных, нелинейность и распределенность параметров.

Вентиляционные сети играют важную роль при решении задач безопасности в шахтах, где они обеспечивают распределение воздуха между объектами проветривания.

Для исследования распределения воздушных потоков в подобных сетях целесообразно использовать программы-симуляторы, которые позволяют по результатам моделирования и определить оптимальные показатели.

Далее речь пойдет об одной из таких программ.

### 2. Основные требования к программному обеспечению симулятора

Поскольку от результатов моделирования зависит безопасность рабочего персонала (в данном случае шахты), то программное обеспечение симулятора должно отвечать ряду следующих требований:

- дружелюбность и удобство для пользователя – специалиста предметной области, который разрабатывает и исследует модели динамических систем;
- высокоинтеллектуальную поддержку пользователя (разработчика) на всех этапах моделирования сложной динамической системы;
- программное обеспечение должно быть реализовано с помощью объектно-ориентированной парадигмы программирования;
- моделирование динамической системы на общей методической основе;
- наличие средств обучения пользователя, применение моделей в режиме тренажера.

### 3. Обзор функциональности основных модулей симулятора динамического объекта

Структура модулей программы симулятора изображена на рис. 1.

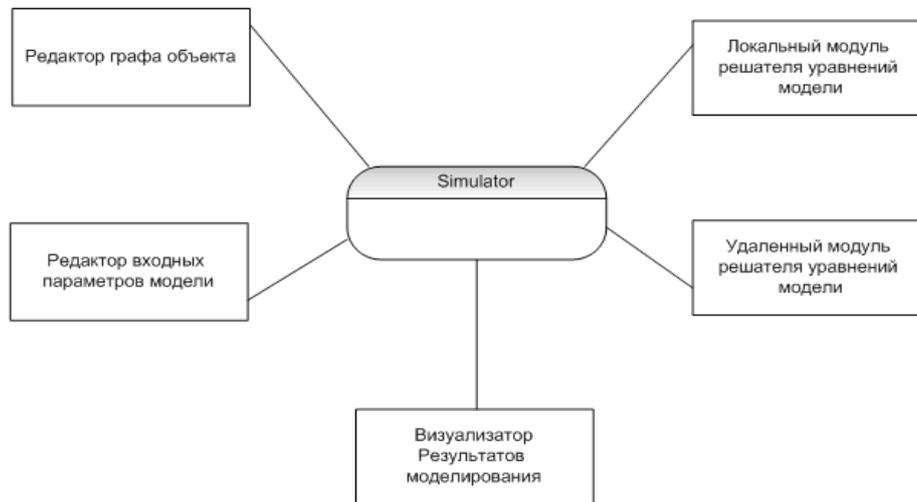


Рисунок 1. Схема программного обеспечения симулятора

Входные данные для симулятора формируются редакторами графа (абстрактной модели сети) и редактором набора входных параметров (значения аэродинамического сопротивления, депрессии и т. д.).

Редактор графа позволяет построить модель матрицы инцидентности, необходимой для решателей и визуализатора.

Локальный модуль решателя производит расчет модели аэродинамического объекта с использованием ресурсов локальной машины пользователя, на которой запущена программа-симулятор.

Схема работы удаленного модуля решателя приведена на рис. 2.



Рисунок 2. Схема работы удаленного модуля решателя

Согласно указанной схеме, по событию с интерфейса пользователя, входные данные для решения посылаются на кластер. В свою очередь, на кластере запущен демон

(daemon), программа-слушатель, которая проверяет наличие файла входных данных определенного формата и если таковой найден, запускает на выполнение программу-решатель (solver).

Решатель со своей стороны генерирует файл-ответ, который возвращается пользователю по окончании работы решателя.

Для визуализации графов используется Graphviz — разработанный специалистами лаборатории AT&T пакет утилит по автоматической визуализации графов, заданных в виде описания на языке «dot». Пакет распространяется с открытыми исходными файлами по лицензии CPL (Common Public License) и работает на многих операционных системах, включая Linux, Mac OS, Unix-подобные, Microsoft Windows.

Используется при разработке программного обеспечения для визуализации структурированных данных.

В пакет утилит входит программа «dot», автоматический визуализатор ориентированных графов, который принимает на вход текстовый файл с представлением графа в виде смежных списков, а на выходе формирует граф в виде графического, векторного или текстового файла.

#### 4. Анализ результатов работы симулятора

В качестве тестового примера, был выбран объект со следующими параметрами:

$$H = 4100 \text{ Н/м}^2$$

$$K = [301, 342, 500, 298, 149, 127, 347, 263, 103] \text{ кг/м}^4$$

$$R = [1.35, 1.98, 1.35, 1.34, 2.17, 2.32, 2.67, 1.53, 3.35] \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^8$$

Результаты работы программы представлены на рис. 3.

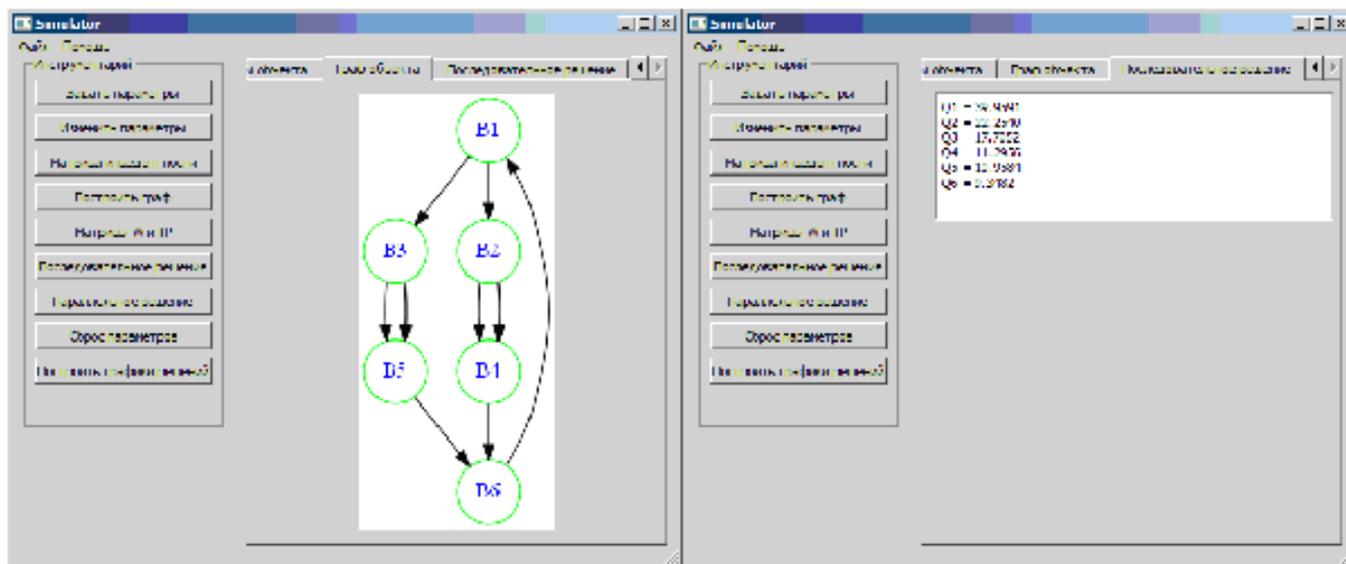


Рисунок 3. Результаты работы программы

#### 5. Выводы

В ходе данной работы была написана программа-симулятор для аэродинамического объекта с распределенными параметрами, в качестве которого была выбрана вентиляционная сеть, была рассмотрена работа ее основных модулей и приведен выходной интерфейс с результатами работы.

**Список использованной литературы**

- [1] Using GraphViz as a library [Электронный ресурс] <http://www.graphviz.org/pdf/libguide.pdf>
- [2] В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002.-608 с.: ил.
- [3] Жасмин Бланшет, Марк Саммерфилд Qt4: Программирование GUI на C++ - Москва: КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. - 718 с.
- [4] Qt - A cross-platform application and UI framework [Электронный ресурс] <http://qt.nokia.com/products>
- [5] Qwt - Qt Widgets for Technical Applications [Электронный ресурс] <http://qwt.sourceforge.net>
- [6] Graphviz - Graph Visualization Software [Электронный ресурс] <http://graphviz.org>