

## РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТОК

Авторы: В.Л. Авербух, О.Г. Анненкова, Н.А. Артемова, М.О. Бахтерев,  
П.А. Васёв, М.С. Пестова, И.С. Стародубцев, О.В. Ушакова  
Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского  
Уральского отделения РАН, Екатеринбург

Специализированная система имеет целью обеспечить разработку новых методов генерации систем невырожденных вычислительных сеток. Выписан набор требований к функционалу системы, среди которых:

1. отображение ячеек на гранях и внутри блоков;
2. отображение отдельных ячеек и их внутреннейности;
3. отображение узлов;
4. вывод блоков, отображающих содержимое нескольких файлов.

Программа предназначена для визуализации структуры сеток и визуализирует сетки, записанные в формате *tecplot*. Поддерживается визуализация равномерных сеток с шестиугольными ячейками. Программа реализована в виде веб-приложения с выводом трехмерной графики в *WebGL*.

Программа загружает локальные файлы и данные из сети (из интернета, суперкомпьютера, и т.д.). Допустимые размеры сеток и производительность зависят от количества свободной оперативной памяти и возможностей видеокарты.

В ходе разработки возможности системы были дополнены. В частности, обеспечен показ всех ячеек сетки, включая внутренние, реализованы линии и плоскости с псевдопрозрачностью с выбором цветов, направлений и шага плоскостей, обеспечена прозрачность, а также показ граней (набора ячеек), обеспечена фильтрация для выбора внутренней части по параметрам. Кроме того обеспечена возможность показывать значения в узлах цветом, по указанию на узел показывать информацию о нем (координаты, числовые значения, номер блока). Система может функционировать в двух вариантах – с использованием монитора и очков виртуальной реальности.

Одной из основных проблем взаимодействия с виртуальной реальностью является сложность одновременного отслеживанием мозгом виртуального пространства и реального. В связи с этим, могут возникать проблемы психологического и даже физиологического характера. Использование обычных устройств ввода часто оказывается затруднительным. Встает вопрос человеческого фактора при пространственной ориентации и навигации в сложно структурированных пространствах, какими являются трехмерные сетки. Одни способы взаимодействия со средой или передвижения по ней могут оказаться неудобными для пользователя, причинять сильный дискомфорт, другие отвлекать от задачи.

Для варианта с использованием виртуальной реальности разрабатывается язык жестов для обеспечения управления работой системы и навигации в виртуальной среде. Язык жестов включает в себя жест для определения объекта, с которым пользователь хочет взаимодействовать, жесты, обеспечивающие движение в пространстве, а также жесты управления работой. Пользователи системы указали на необходимость реализации жестов, обеспечивающих повороты сетки и ее отдельных частей. Реализация языка жестов использует технологии, основанные на захвате движений через устройство *Leap Motion*.