

# **Компьютерные метафоры и проектирование систем научной визуализации**

В.Л. Авербух

ИММ УрО РАН,

Уральский Государственный Университет

Екатеринбург

[averbukh@imm.uran.ru](mailto:averbukh@imm.uran.ru)

*Визуализация понимается как зримое представление ментальных моделей*

*Можно выделить три функции визуализации:*

- ◆ иллюстративную;
- ◆ коммуникативную;
- ◆ когнитивную.

Эти же функции присущи как компьютерной, так и традиционной, “бескомпьютерной” визуализации, которая существовала задолго до появления современной вычислительной техники.

Под **компьютерной визуализацией** понимается методика перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты компьютерного моделирования явлений и процессов.

Визуализация, представляя результаты вычислений, обеспечивает интерпретацию и анализ полученных данных.

# Предпосылки формирования дисциплины “компьютерная визуализация”:

- ◆ интеллектуальные предпосылки, то есть наличие богатой традиции визуальных методов представления данных;
- ◆ потребности, возникшие в связи с появлением суперЭВМ и необходимостью анализа и интерпретации огромных объемов данных;
- ◆ техническая возможность, основанная на создании мощных аппаратных и программных средств машинной графики.

## *Подобласти компьютерной визуализации:*

- ◆ научная визуализация;
- ◆ визуализация программного обеспечения;
- ◆ информационная визуализация.

# *Аспекты разработки систем компьютерной визуализации*

- ◆ собственно компьютерная графика,
- ◆ инженерия программного обеспечения
- ◆ набор “человеческих”, когнитивных факторов, связанных с проблематикой мышления и восприятия пользователя.

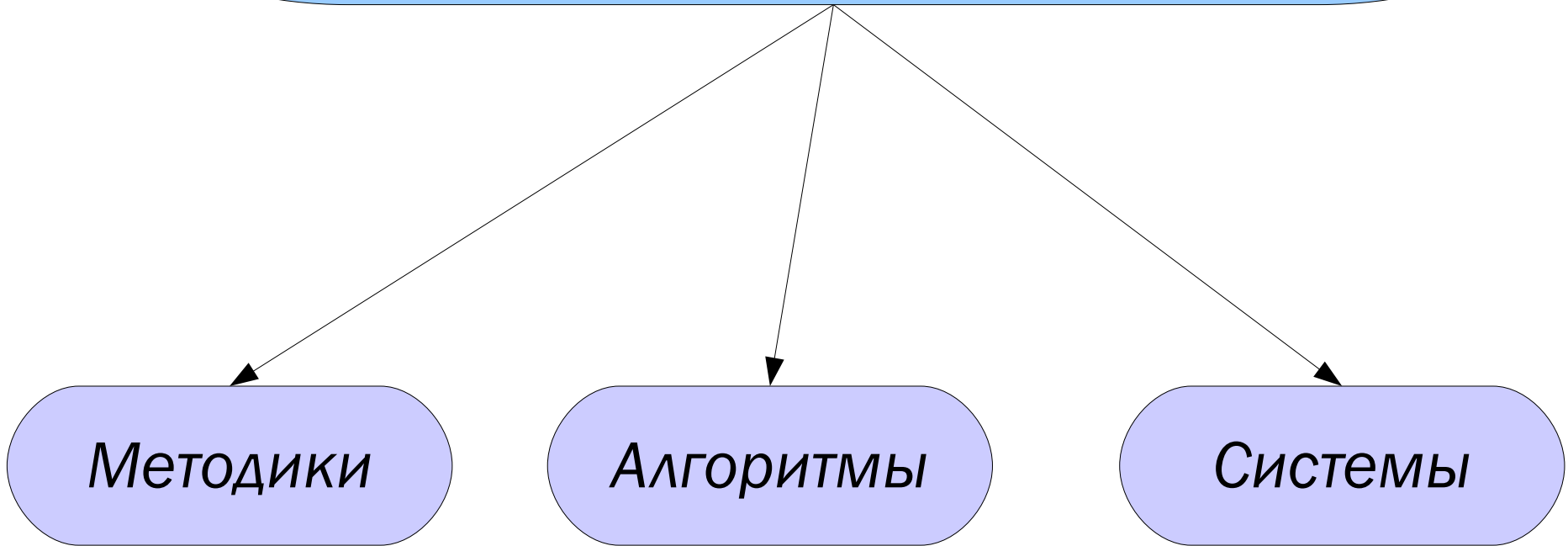
***Компьютерная графика***

```
graph TD; A[Компьютерная графика] --> B[Аппаратура]; A --> C[Программное обеспечение];
```

***Аппаратура***

***Программное обеспечение***

# ***Программное обеспечение компьютерной графики***





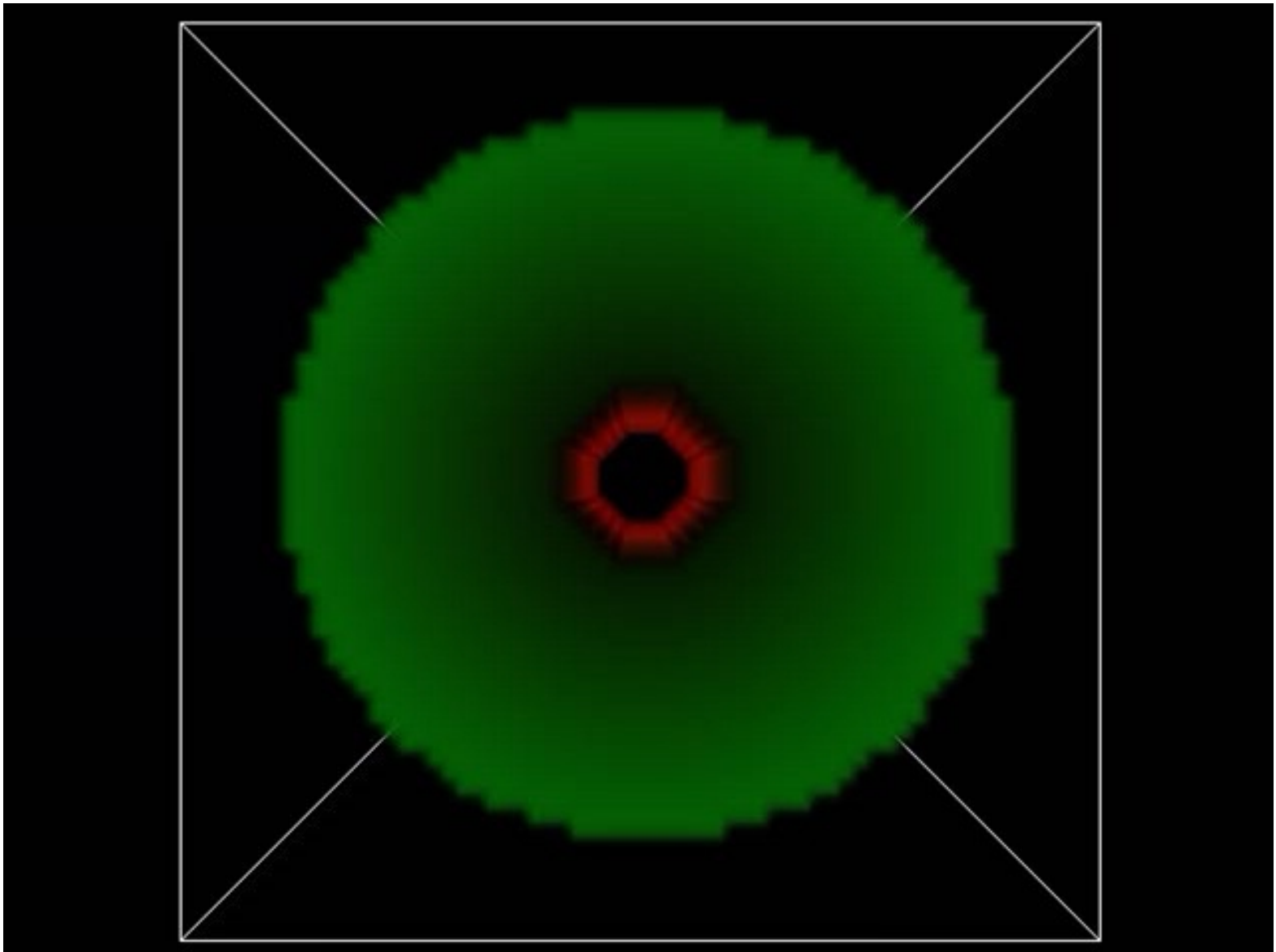
# *Инженерия программного обеспечения*

- ◆ Программное обеспечение интерактивной визуализации параллельных вычислений
- ◆ Онлайн и удаленная визуализация

## *Две тенденции развития систем визуализации*

*С одной стороны – разработка универсальных средств визуализации, а с другой – специализация по всем направлениям, вплоть до создания специальных графических станций с реализацией для данного случая графическим алгоритмическим и программным обеспечением.*

*Пример использования воксельной графики*



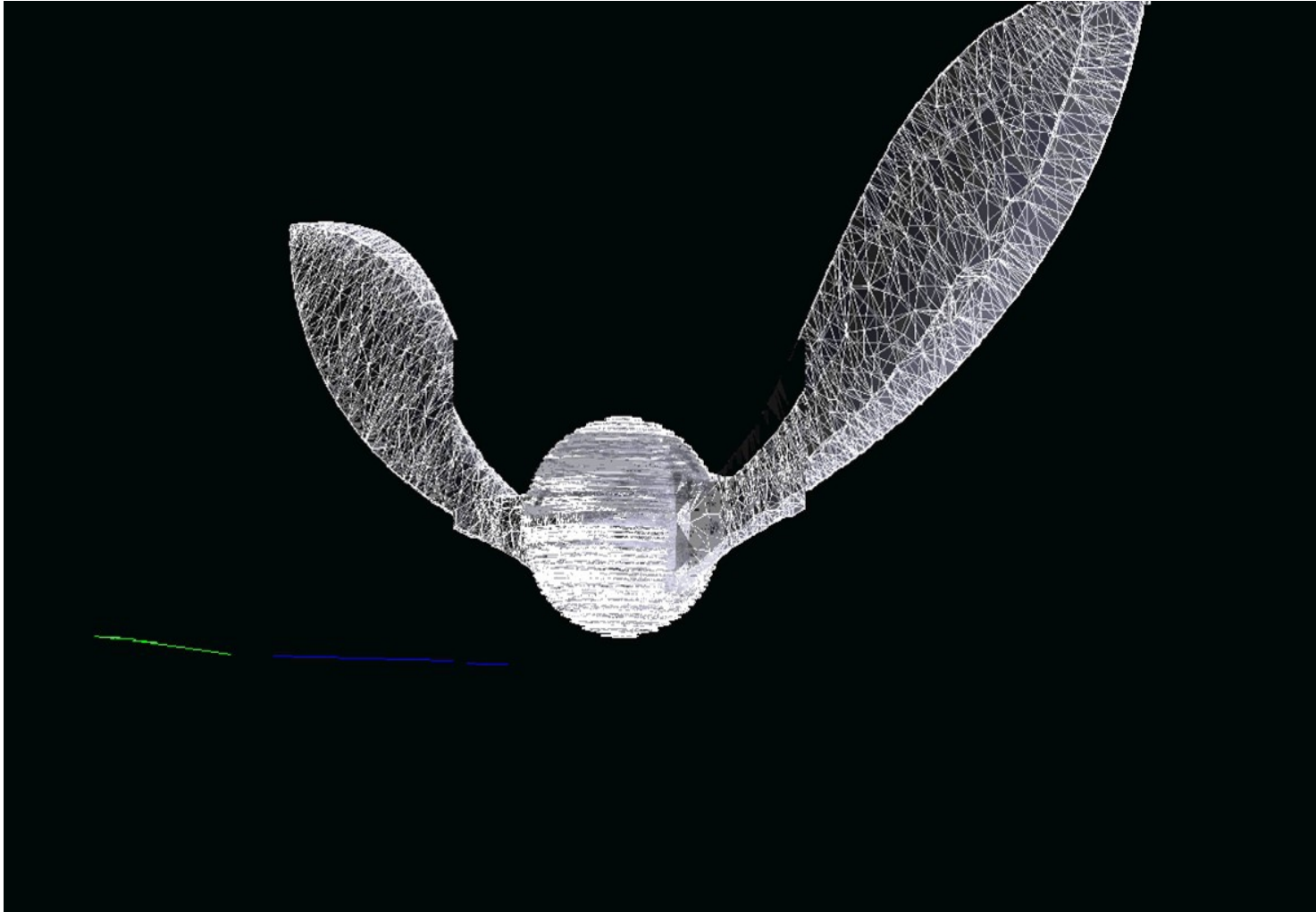
# Система визуализации структуры области достижимости в задаче оптимального управления

*Источник постановки:* поиск областей достижимости в одной из задач оптимального управления. Программный комплекс состоит из набора утилит для работы с огромным облаком точек и его последующей визуализации.

## **Конвейер визуализации:**

- ◆ обработка исходных bitmap-файлов;
- ◆ вычисление освещенности;
- ◆ конвертирование в воксельный формат и создание структур хранения сцены;
- ◆ сглаживание воксельных объектов;
- ◆ конвертирование в полигональный формат.

# Восстановление полигональной модели по сеточным данным



*Объем исходного файла составляет примерно 6,5 миллионов точек.  
Графический объект состоит из около 40 000 полигонов*

# Семиотика

Возникает необходимость привлечения понятийного аппарата семиотики.

Необходим анализ знаковой природы визуализации и вычленение языка визуализации.

*Язык визуализации* разворачивается как набор видов отображения, связанных с сущностями прикладной области.

*Виды отображения* понимаются как методики визуального представления данных. Вид отображения может рассматриваться в качестве формализованного порождения метафоры визуализации.

# Компьютерная метафора

- ◆ **Метафора визуализации** — это метафора, помогающая восприятию визуальных образов;
- ◆ **Метафора интерфейса** — это метафора, помогающая взаимодействию с объектами и/или манипуляции ими;
- ◆ **Системная метафора** — это метафора, помогающая организации процесса проектирования.

# Метафора визуализации

- ♦ Метафора задаёт контекст, помогающий правильной интерпретации элементов данного языка визуализации.
- ♦ Метафора визуализации обеспечивает понимание отображаемых сущностей прикладной области, а также участвует в создании новых сущностей на базе внутренней логики самой метафоры.
- ♦ Поиск главной идеи визуализации (то есть, её метафоры) важен на этапе проектирования системы.



*Схема предварительного анализа в процессе проектирования специализированных и персонализированных систем компьютерной визуализации:*

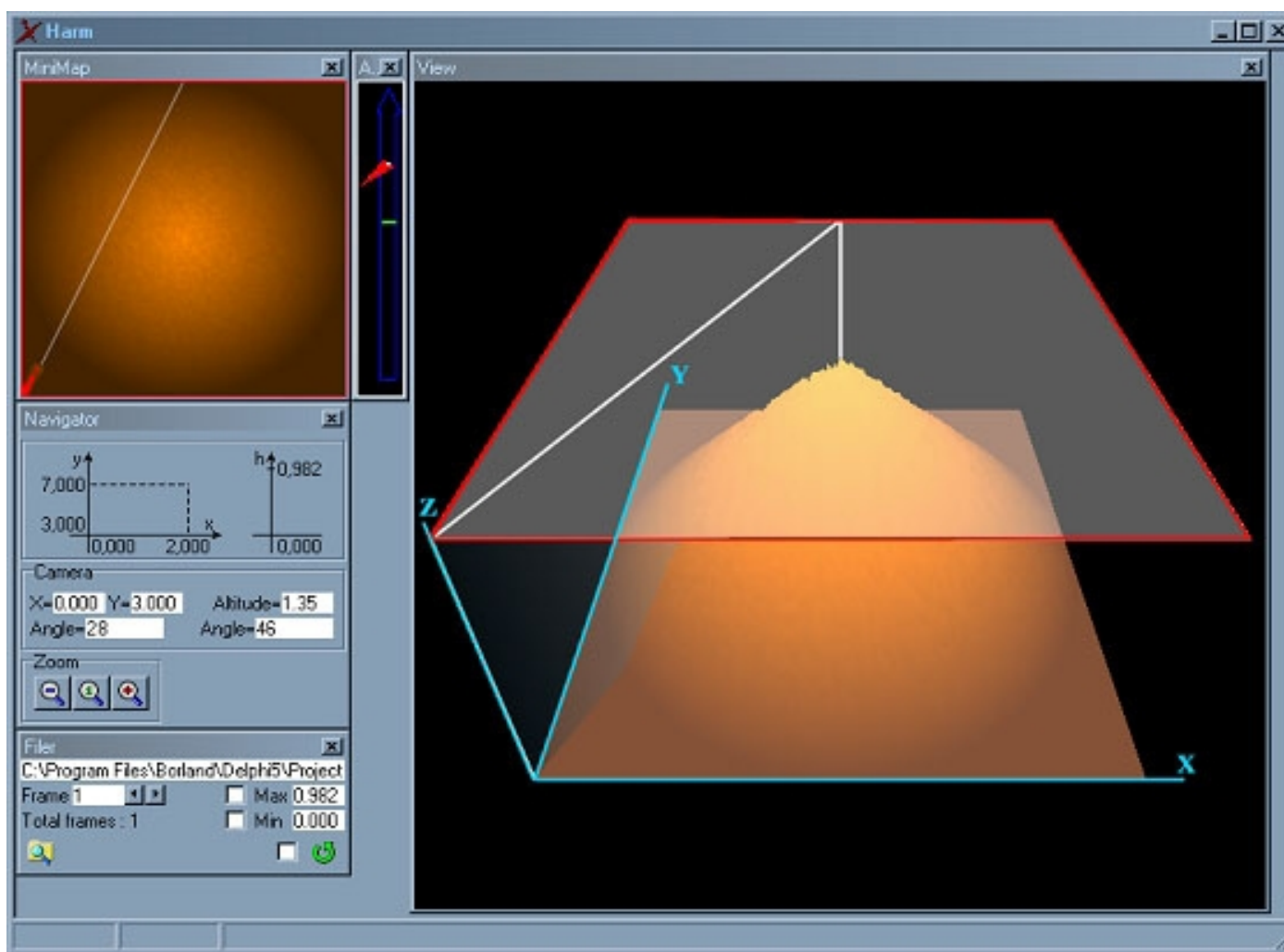
1. Определение предмета визуализации.
2. Описание цели и задачи визуализации.
3. Описание соответствующей предметной области.
4. Выявление образности, характерной для данной предметной области (естественной и привычной).
5. Выявление научных метафор, присущих данной предметной области.
6. Описание пользователя будущей системы и уяснение характерной для него ментальной модели данной предметной области.

## Основные позиции проектирования и роли участников процесса проектирования и реализации систем

*Рассматриваются: заказчик-пользователь, проектировщик визуализации, специалист в методах компьютерной графике и человеко-компьютерного взаимодействия, системный программист.*

Основные позиции схемы проектирования специализированных систем визуализации включают: решаемую проблему, пользователя, для которого предполагается построить средства визуализации, программу, решающую данную проблему, образность визуализации и методы взаимодействия, методики генерации и вывода графики, системные вопросы.

# Специализированная система научной визуализации для модели загрязнения окружающей среды

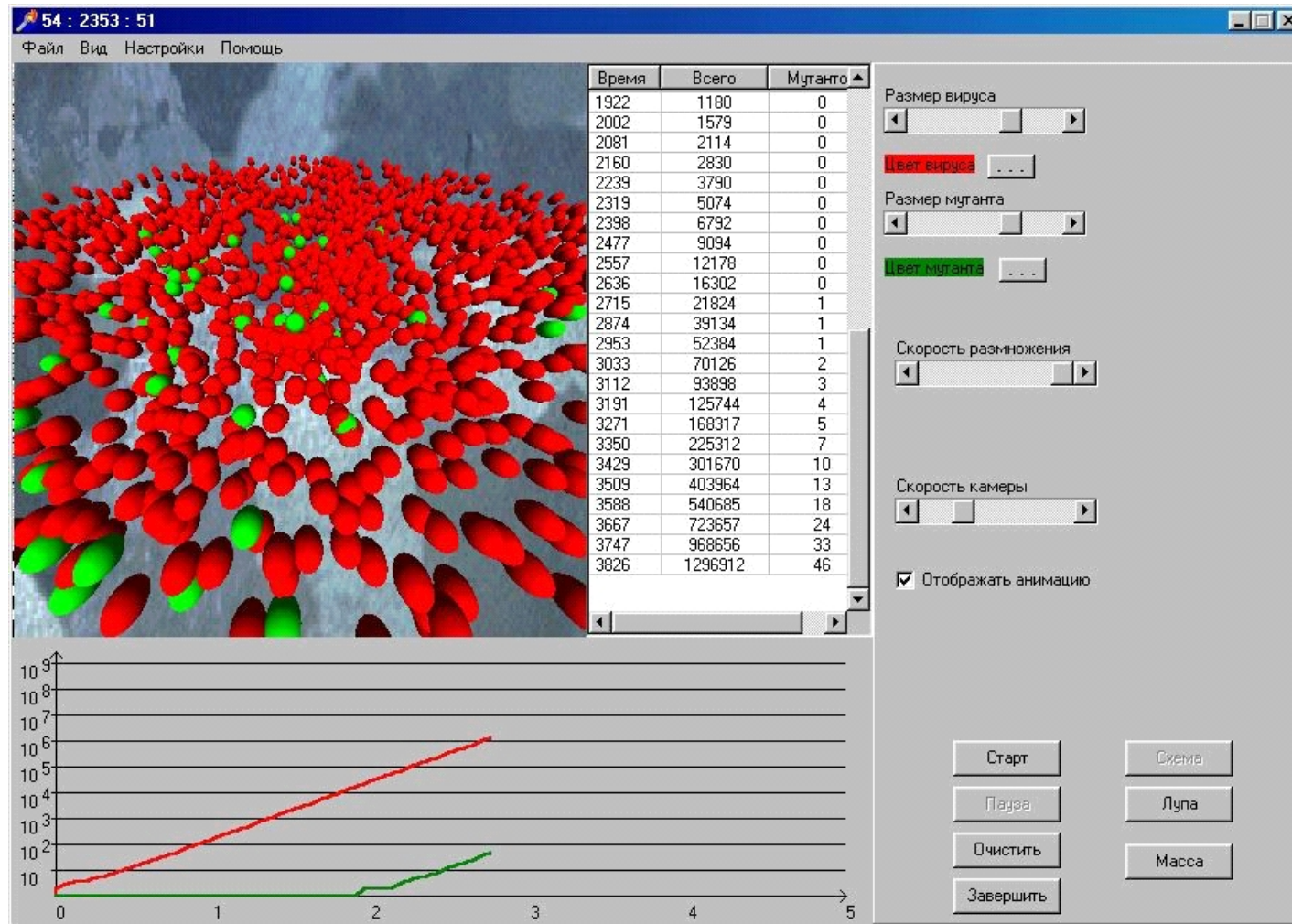


## *Специализированная система научной визуализации для модели загрязнения окружающей среды*

Первоначальная задача на визуализацию предполагала использование образности, связанной с источником моделирования.

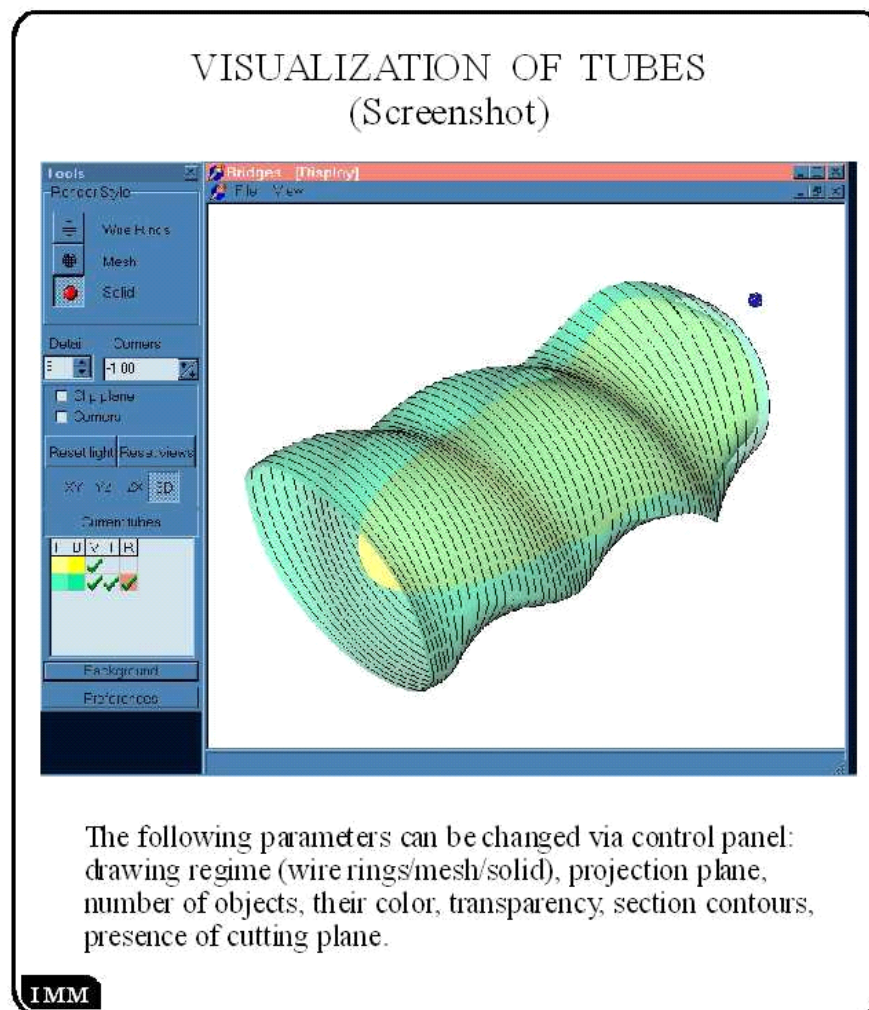
Пользователями системы являются специалисты в области математического моделирования, поскольку данная научная проблема связана не столько с экологией того или иного заводского посёлка, сколько с самой моделью загрязнения.

# Визуализация модели размножения и мутаций вирусов



Предметом визуализации являлся сам процесс размножения и мутации, данные о котором были получены из моделирующей программ.

# Системы визуализации для задач оптимального управления и дифференциальных игр

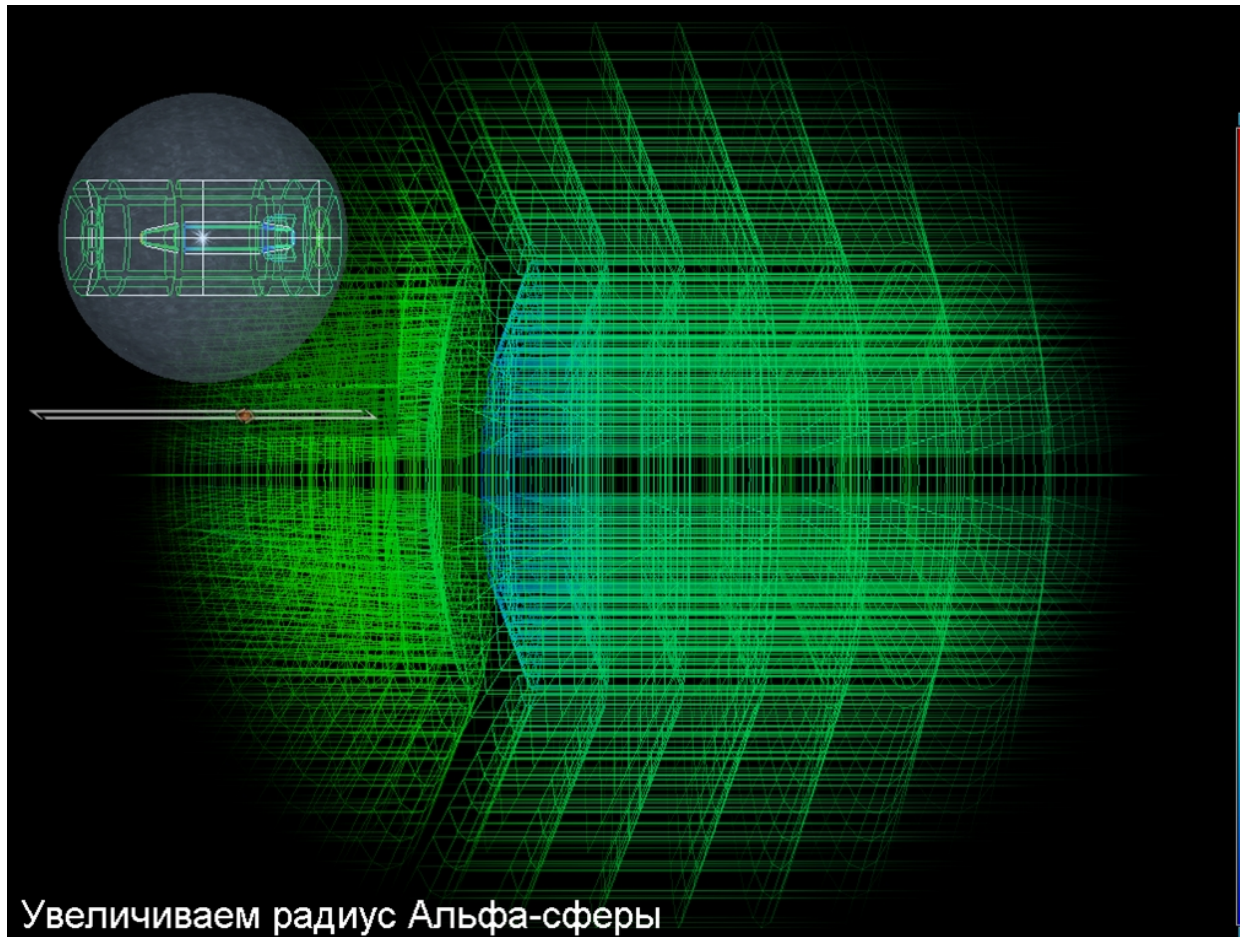


Большое внимание уделяется именно особенностям полученных решений, а также различным вырожденным случаям.

# *Моделирование распространения возбуждения в камере сердца*

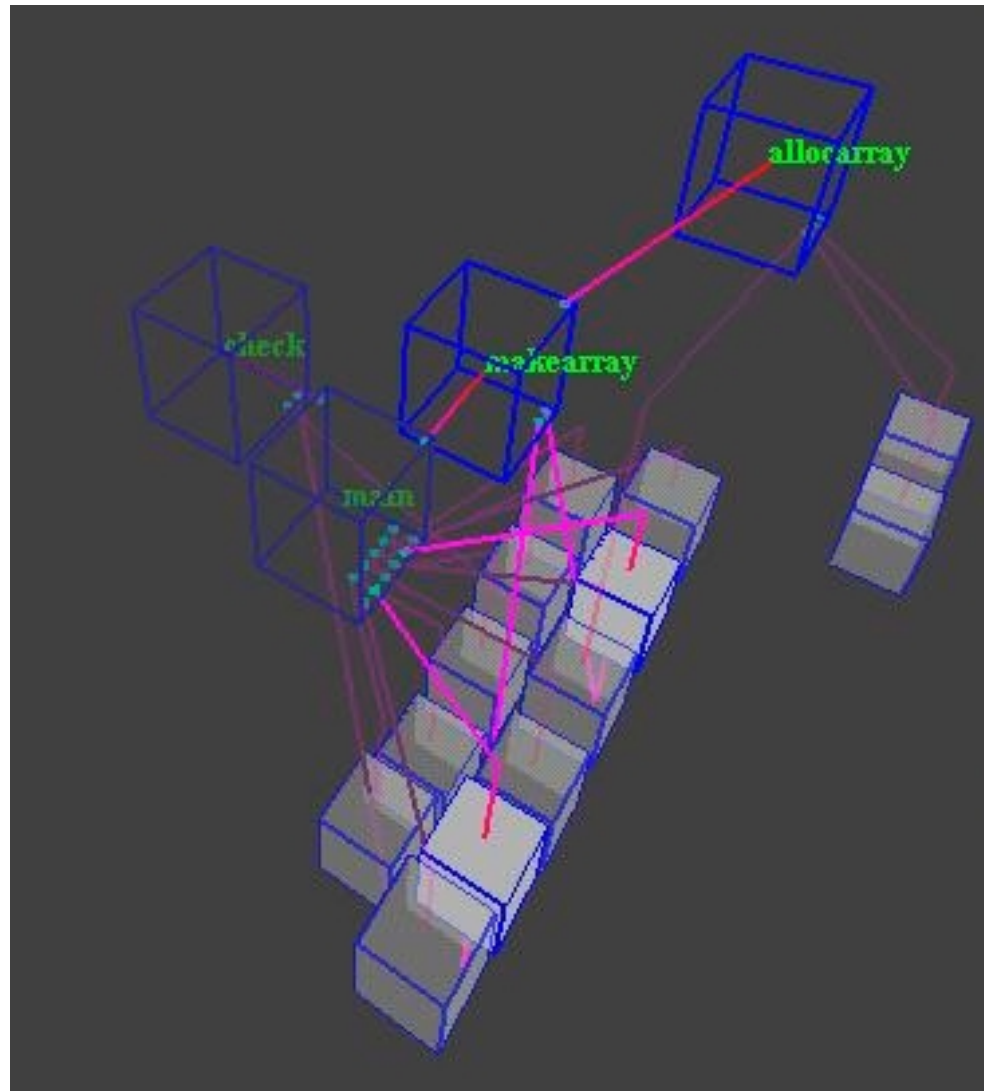
Интересный опыт связан с разработкой визуальной системы поддержки модели распространения возбуждения в камере сердца. В основе работы лежит предложенная специалистами научная метафора (базовая идея) представления проводящей системы миокарда в виде множества связанных между собой клеток, которые передают друг другу управляющие сигналы. На базе этого представления удалось смоделировать патологии типа тахиокардии и эстрасистолий.

# Визуализация сеток

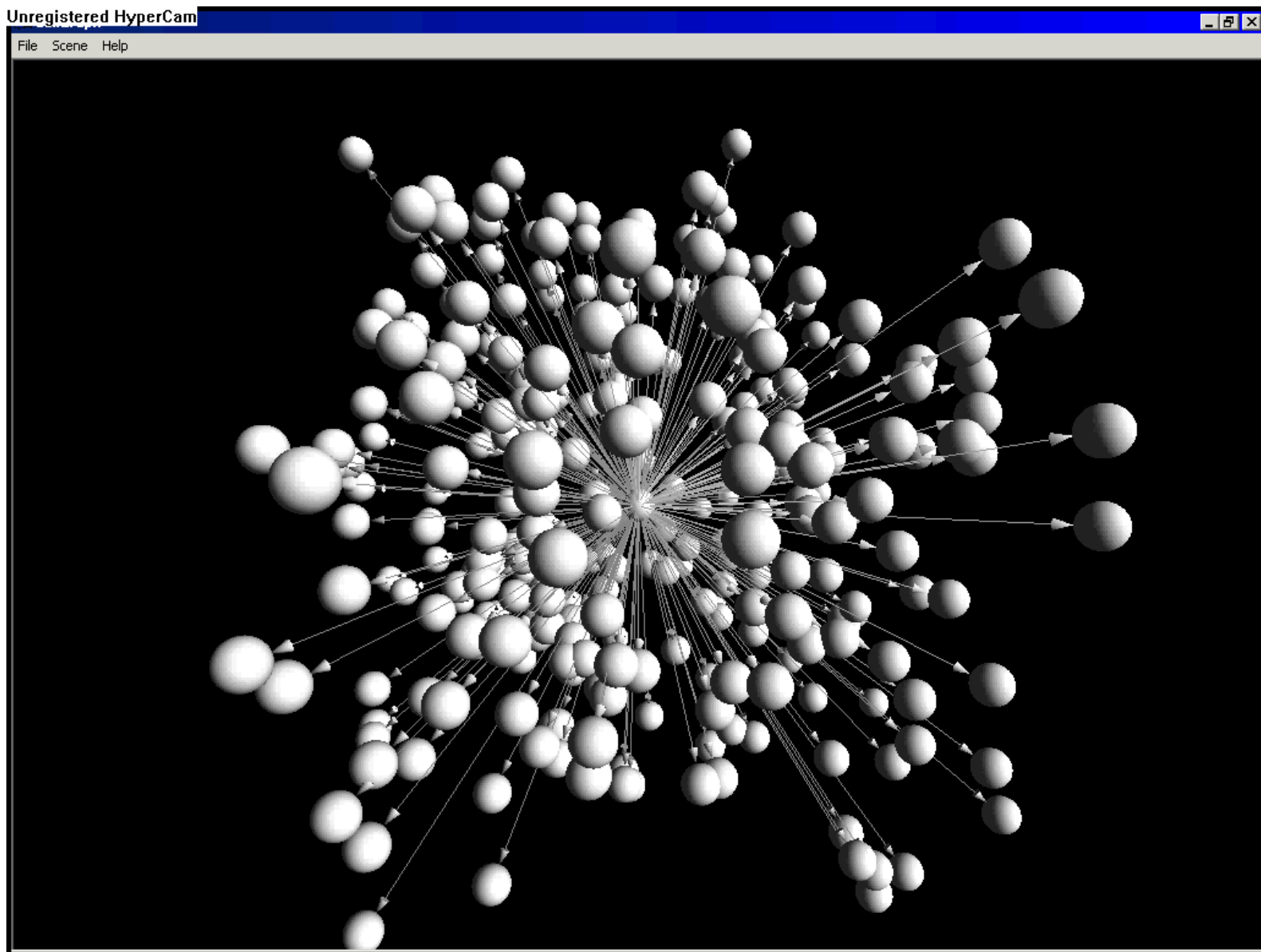




# Визуализация отладки/настройки производительности параллельных программ



# Метафора молекулы



Интерпретация визуализации и интерактивных манипуляций, построенных на базе данной метафоры, восстанавливает (или создает заново) у пользователя некоторые ментальные структуры, в которых представляется картина явлений.

Метафора конструирует для пользователя некоторую реальность (часто при помощи “волшебных” объектов, понятий или операций.)

Логика этой новой реальности с одной стороны отражает идеи пользователя об интерфейсе и объектах моделируемого мира, а с другой – должна совпадать (или быть близкой) с логикой развития процессов и изменения объектов в первоначальной прикладной области, включая логику деятельности самого пользователя.