

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»

Кафедра информационных систем и технологий

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ БИБЛИОТЕК

Магистрант

Болотин Д.А., гр. ИСТм-51

Руководитель

доц.,к.т.н. Назаренко П.А.

Цель работы, объект и предмет исследования

Цель работы – исследование методов повышения информативности отображения семантических сетей за счёт использования трёхмерной компьютерной графики и применения математического аппарата кватернионов.

Объект исследования – методы визуализации семантической сети.

Предмет исследования – оптимальная реализация этих методов с точки зрения эффективности и удобства пользователя.

Актуальность и новизна работы

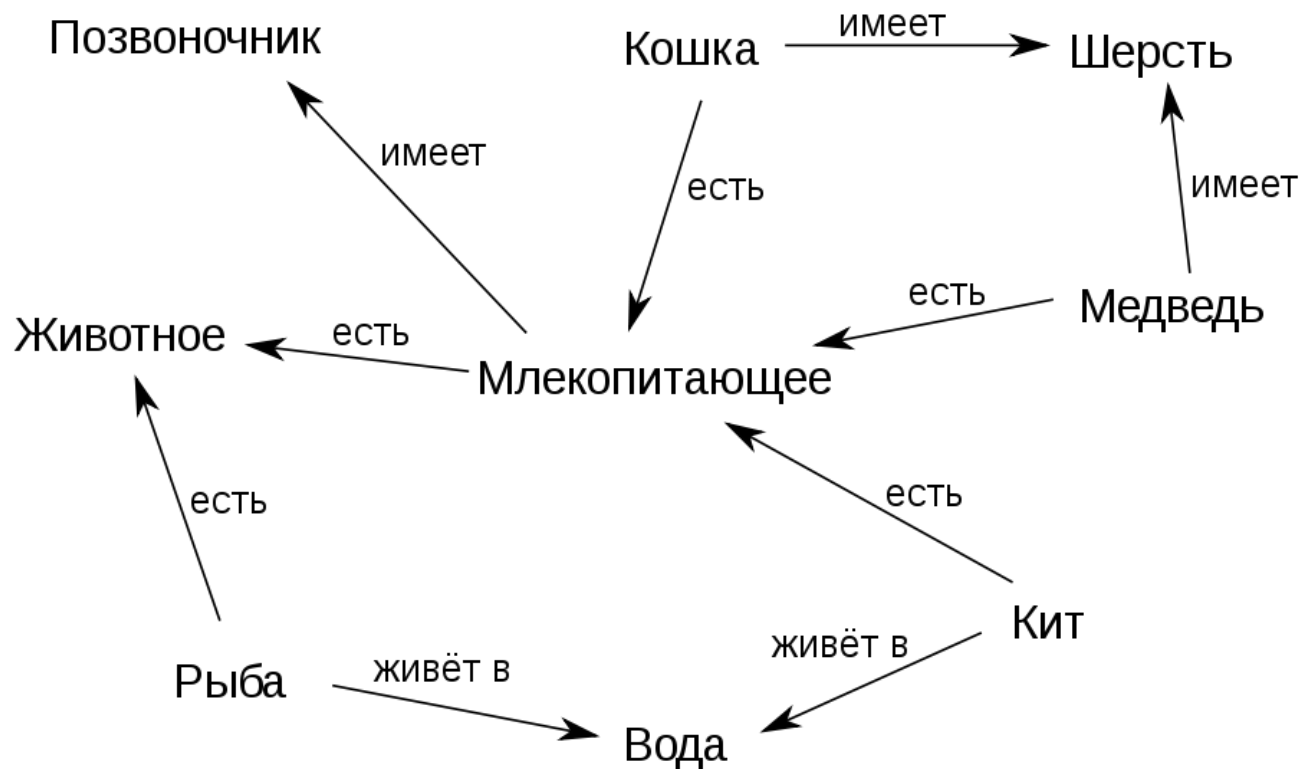
Актуальность темы подтверждается достаточно широким применением семантических сетей для представления знаний и повсеместным распространением 3-мерной машинной графики.

Новизна:

1. Предложен метод визуализации семантической сети с возможностями отображения с произвольно выбираемой точки и вращения относительно произвольной оси.
2. Разработаны принципы взаимодействия компонентов программной системы визуализации в процессе отображения семантической сети.

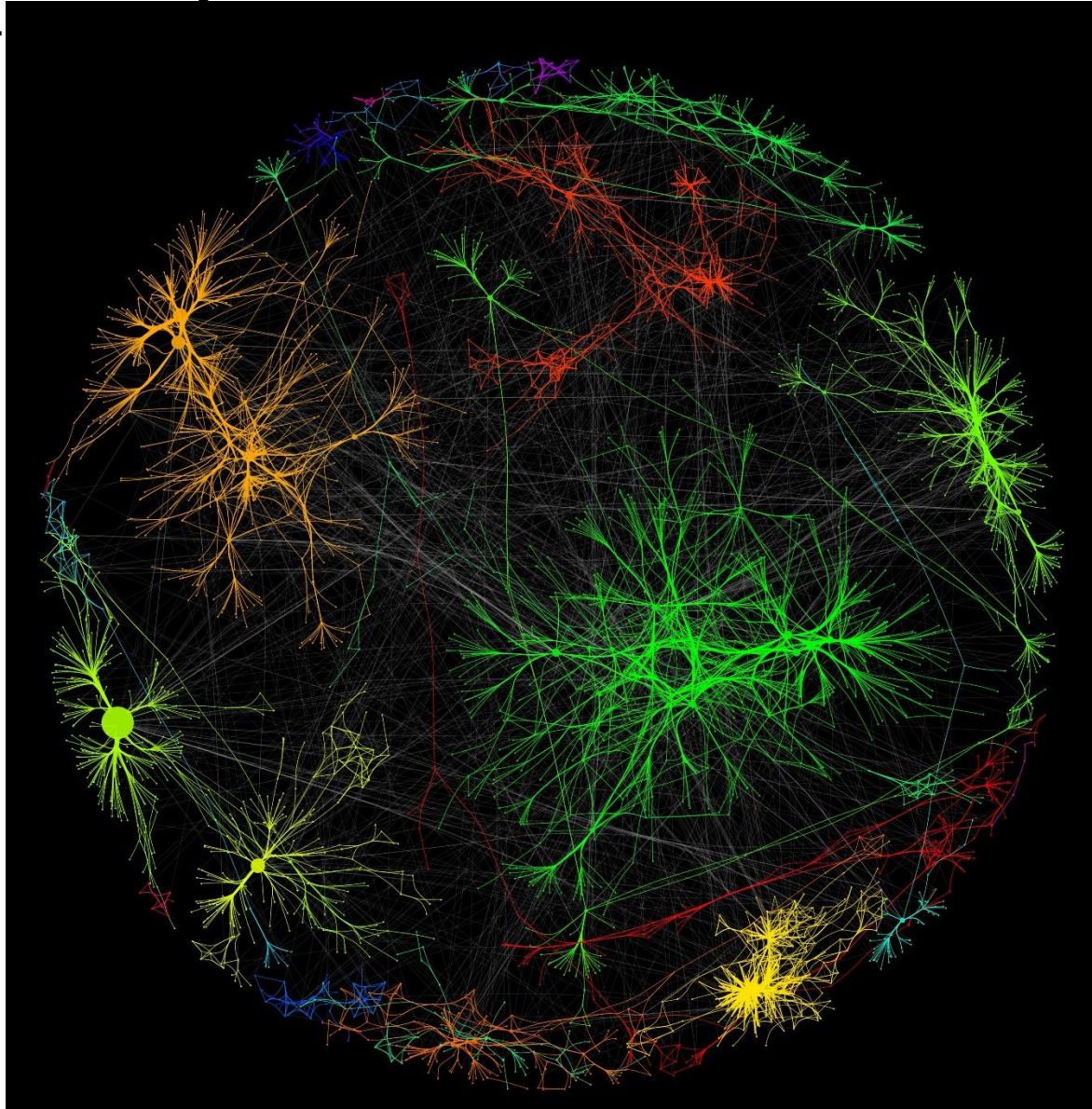
Визуализация семантической сети

Семантическая сеть представляет собой одну из форм отображения знаний и содержит набор взаимосвязанных понятий определённой предметной области, между которыми существуют специфицированные отношения.



Визуализация семантической сети

Проблема визуализации сети большого объёма на плоскости



Визуализация семантической сети

Решение проблемы – переход от двумерного отображения семантической сети на плоскости средствами простой машинной графики к пространственной визуализации средствами трёхмерной графики.

Прототипы программного обеспечения:

Gephi

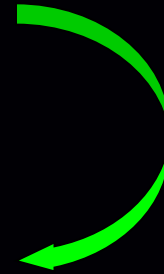
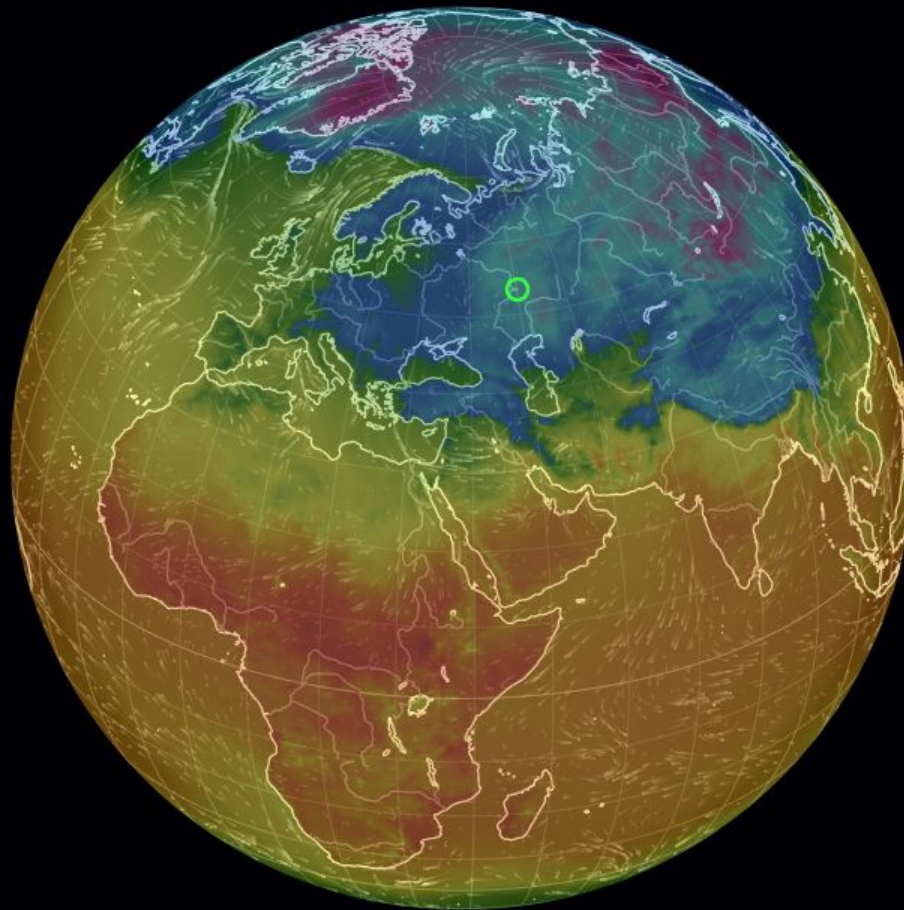
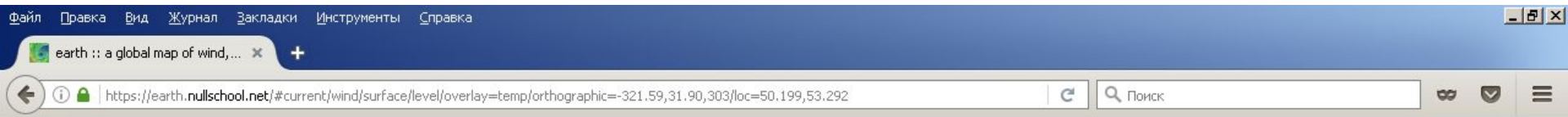
Cytoscape

Graphviz

Tulip

не обеспечивают решения этой проблемы.

Проблема вращения сцен



53.29° N, 50.20° E ×

65° @ 12 km/h

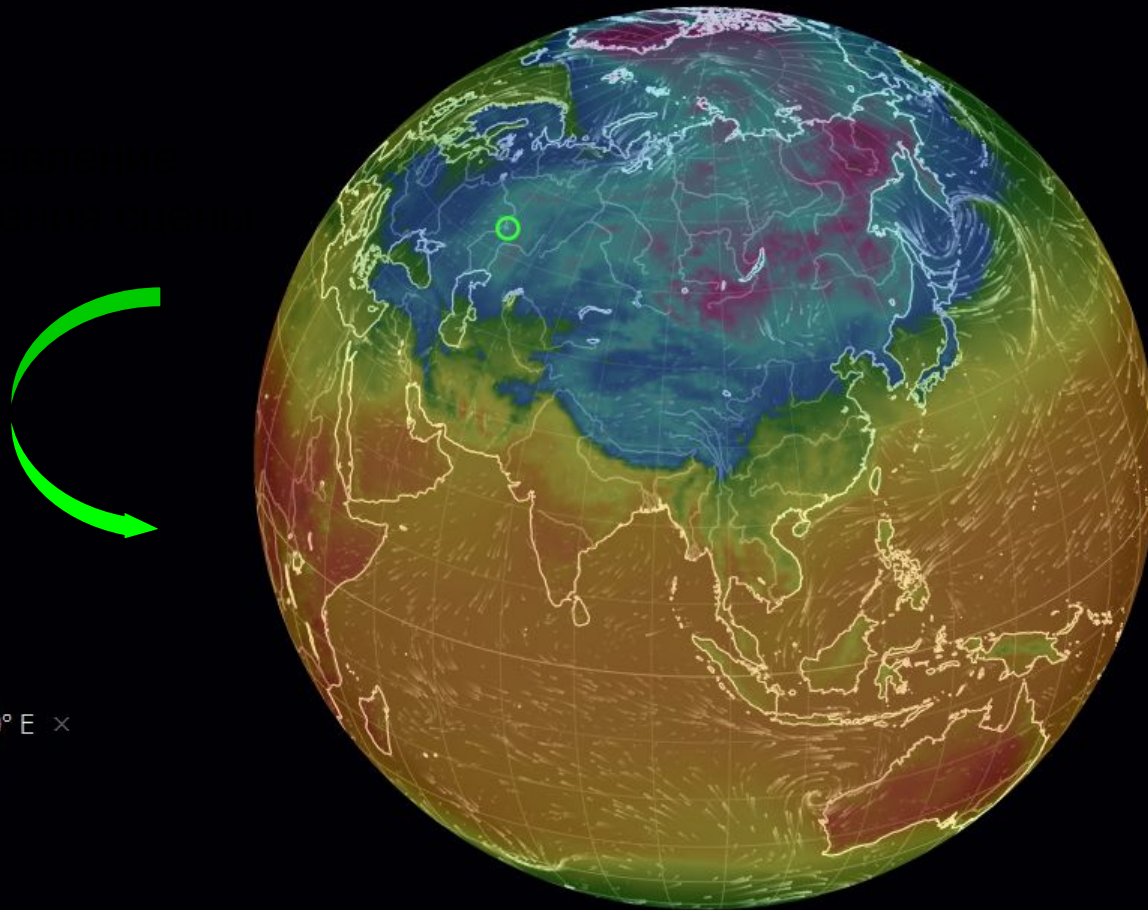
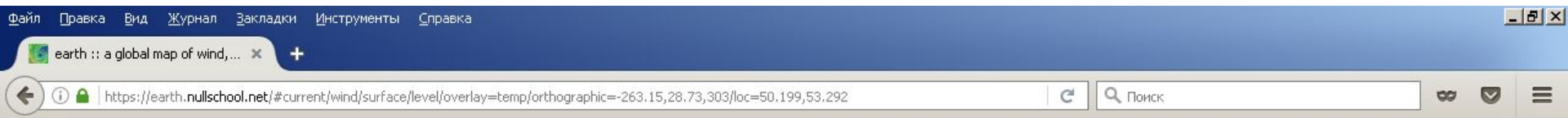
-18.4 °C

earth



Движение «мышь»

Проблема вращения сцен



53.29° N, 50.20° E ×

65° @ 12 km/h

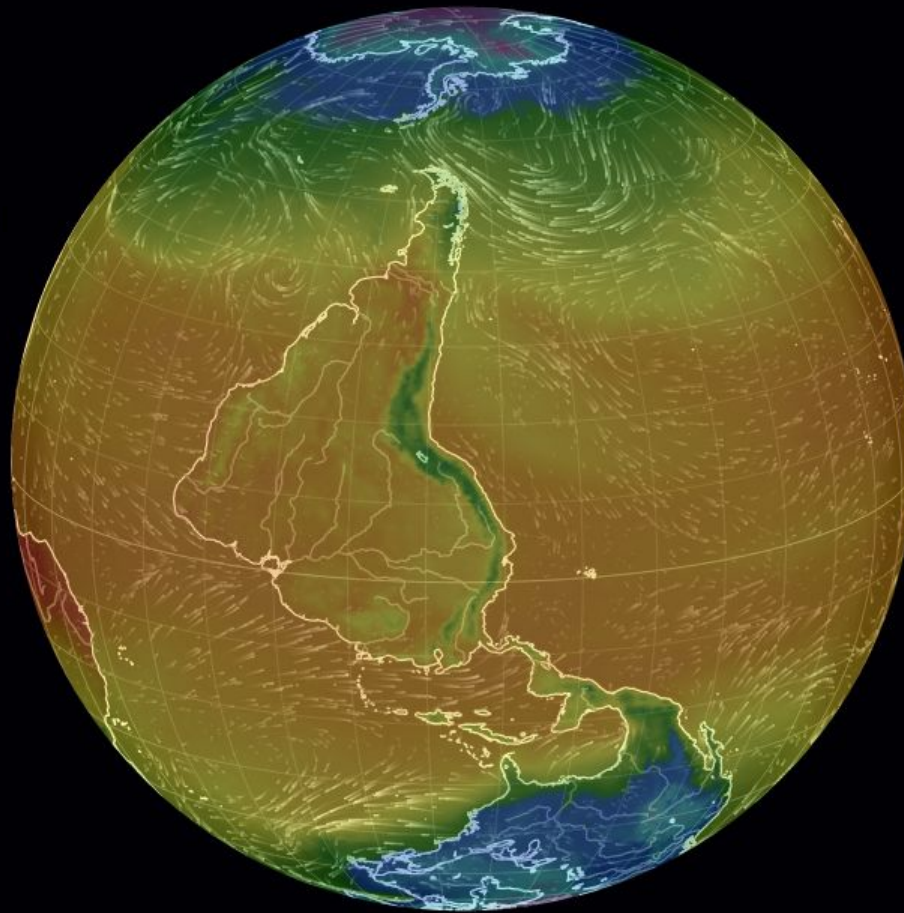
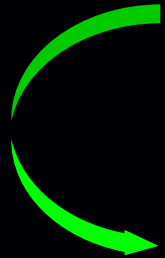
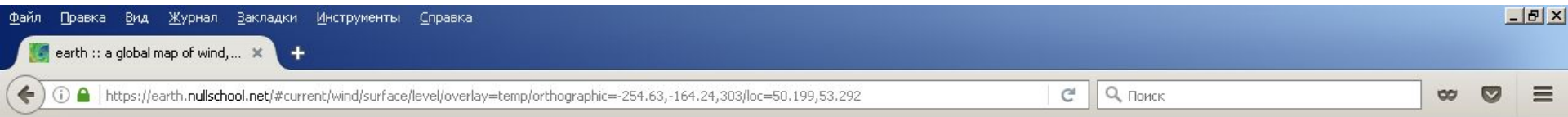
-18.4 °C

earth



Движение «мыши»

Проблема вращения сцен



53.29° N, 50.20° E ×

65° @ 12 km/h

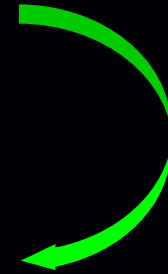
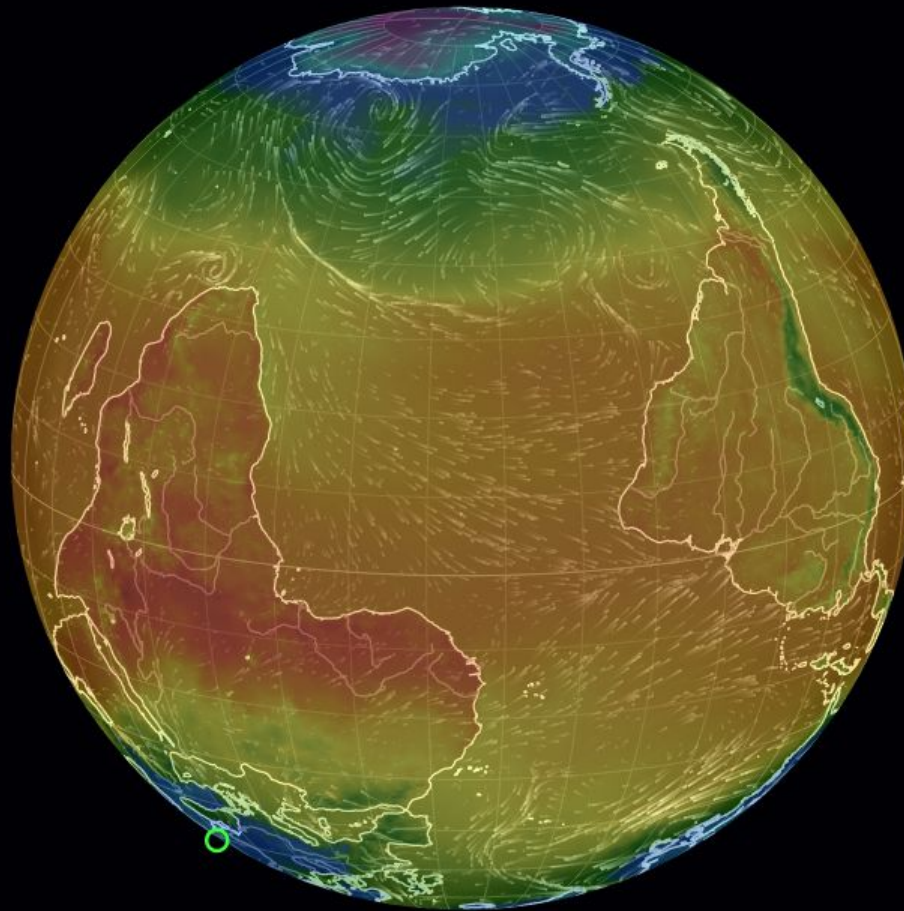
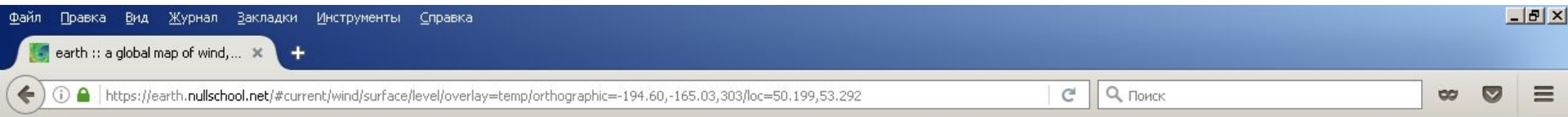
-18.4 °C

earth



Движение «мышь»

Проблема вращения сцен



53.29° N, 50.20° E ×

65° @ 12 km/h

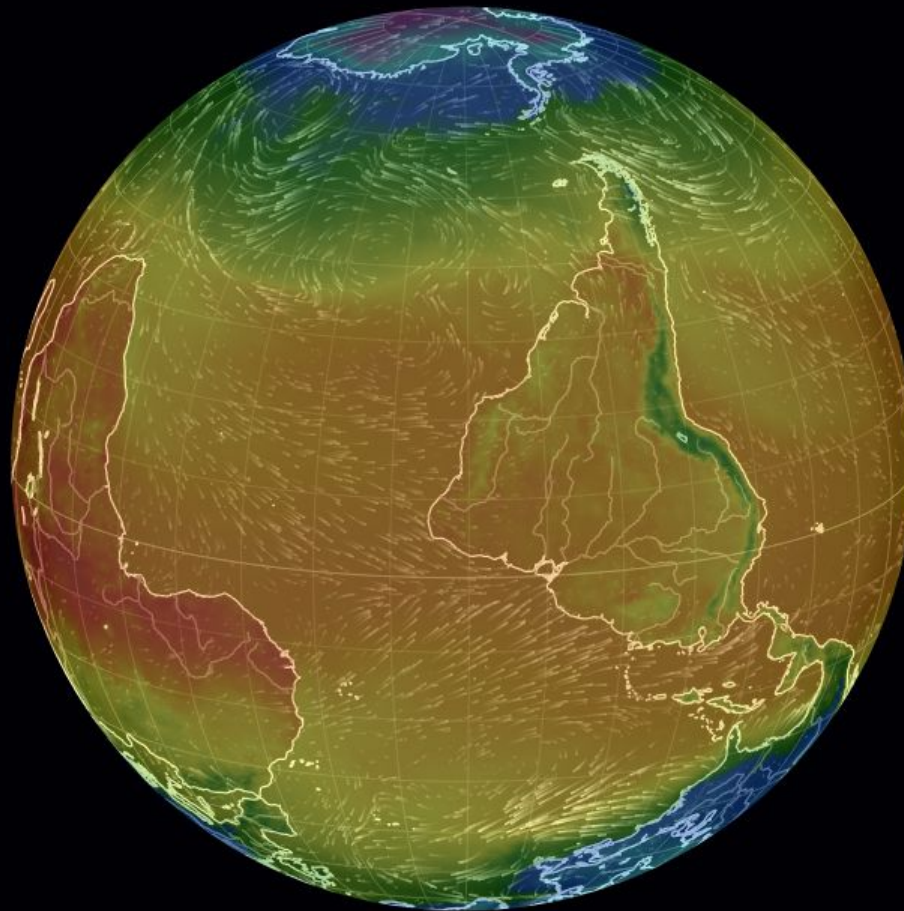
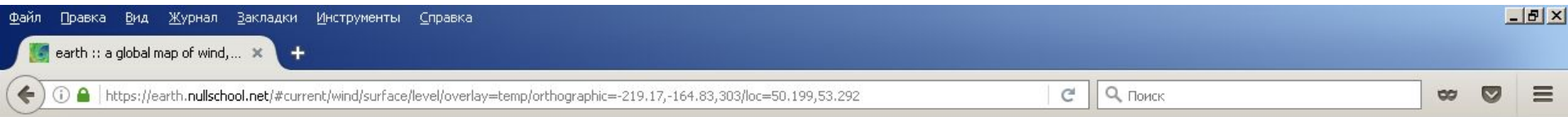
-18.4 °C

earth



Движение «мышь»

Проблема вращения сцен



53.29° N, 50.20° E ×

65° @ 12 km/h

-18.4 °C

earth

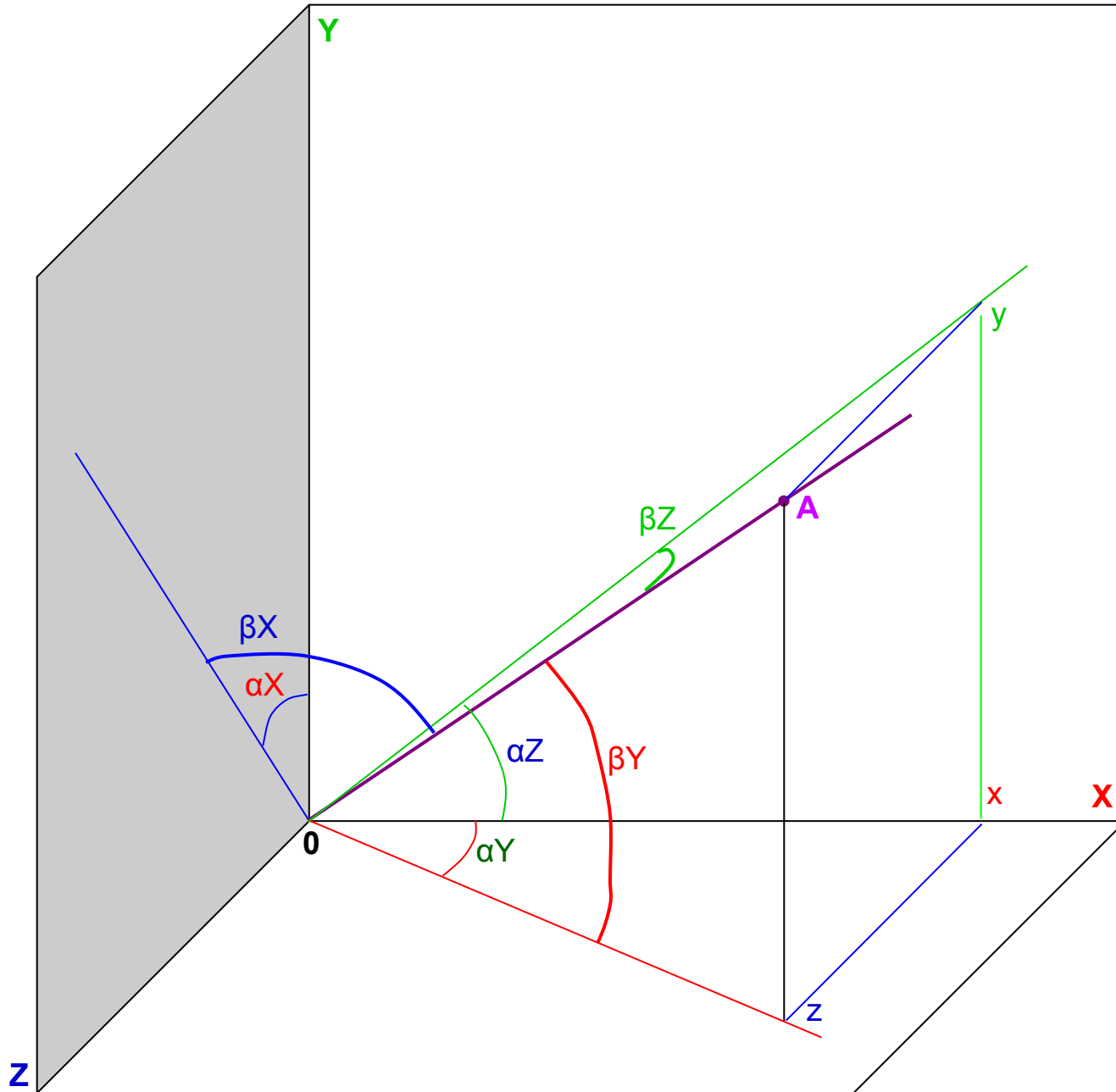
Источник проблемы

**Невозможность одновременного вращения сцены
вокруг более чем двух осей**

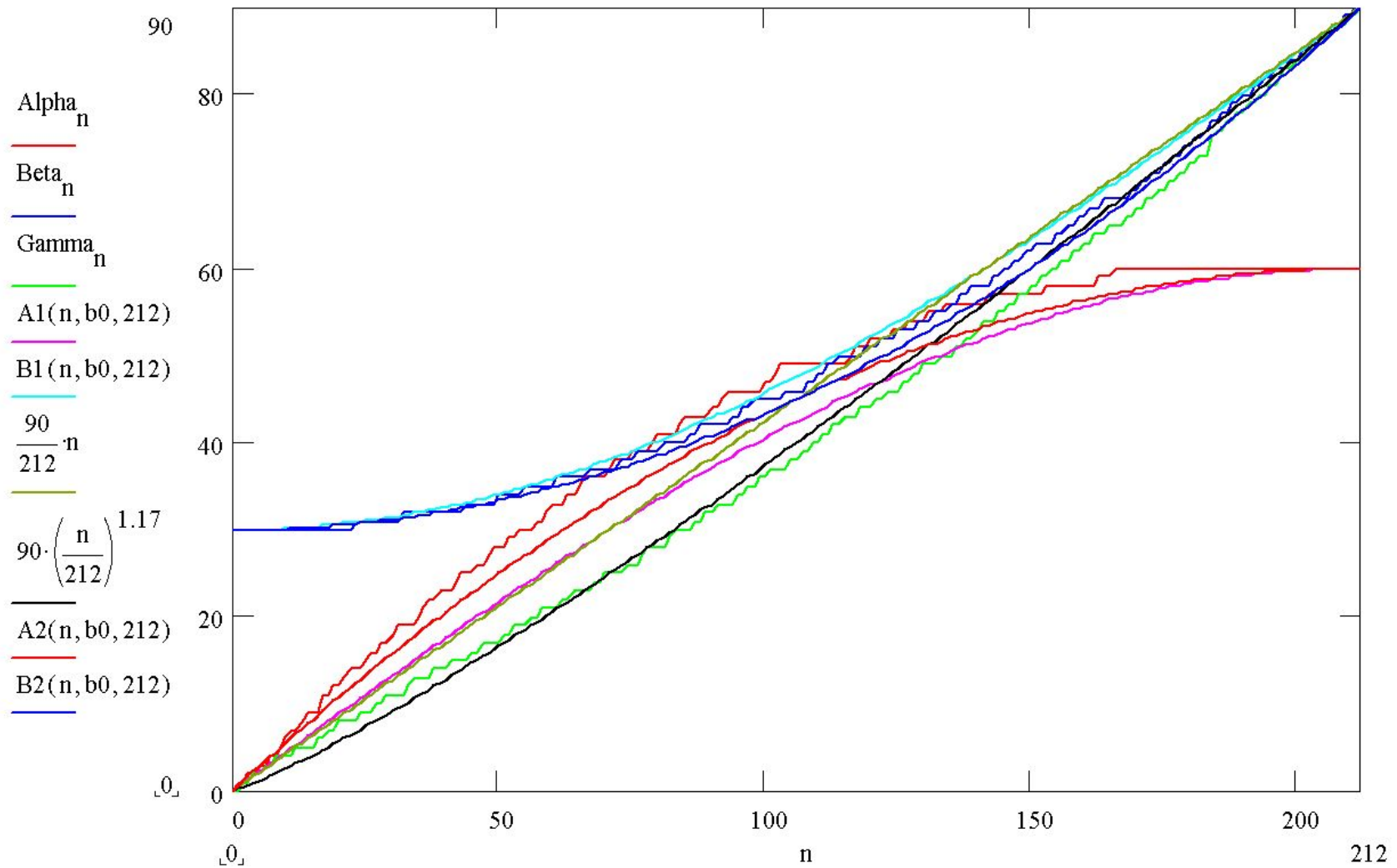
```
glRotatef(alpha, 1.0, 0.0, 0.0) ;  
glRotatef(beta, 0.0, 1.0, 0.0) ;  
glRotatef(gamma, 0.0, 0.0, 1.0) ;
```

**и специфическая обработка поочерёдного
вращения вокруг двух осей
в графической библиотеке OpenGL**

Ориентация произвольной оси



Неоптимальные попытки решения



Решение проблемы

Переход от матриц вращения или углов Эйлера к использованию кватернионов

Кватернион

$$q = a + ib + jc + kd, \quad (1)$$

где a, b, c и d – вещественные числа,
 i, j и k – мнимые единицы, такие, что

$$i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1$$

Алгоритм

Исходная (буферная) матрица фиктивного поворота

```
1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 1 0
0 0 0 1
```

Из этой матрицы формируется кватернион №1.
Нормализуется.

Из желаемых положений отображаемой сцены формируются 2 угла поворота, из которых формируются ещё 2 кватерниона (№2 и №3) и нормализуются.

Кватернион №1 умножается на №2
(результат запоминается в кватернионе №1).

Кватернион №1 умножается на №3
(результат запоминается в кватернионе №1).

Кватернион №1 преобразуется в единственную матрицу поворота.

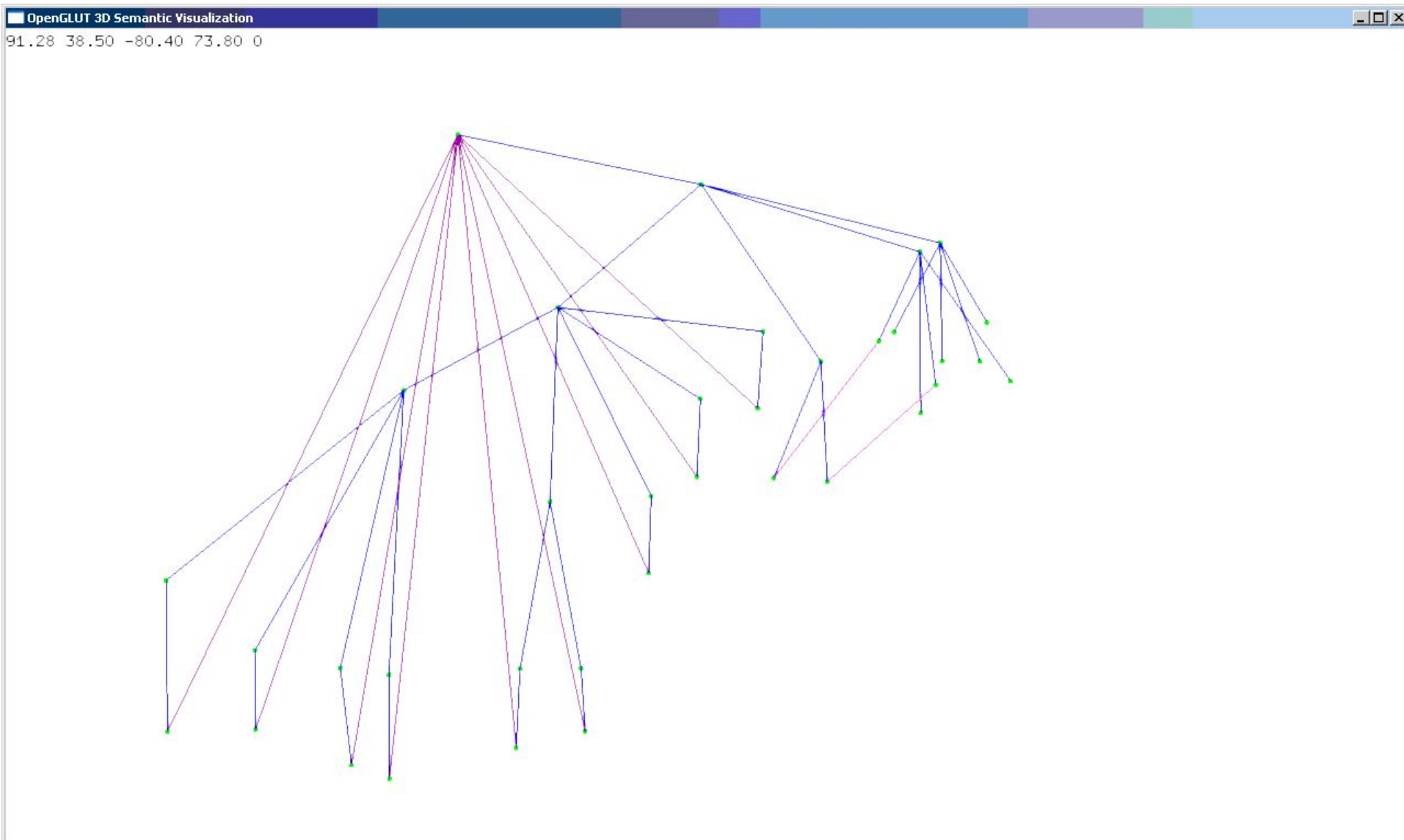
```
glmMultMatrixf (RotX) ;
```


Особенности

Недостатки: *относительно* высокая вычислительная сложность, связанная с операциями перемножения кватернионов (большое число машинных операций)

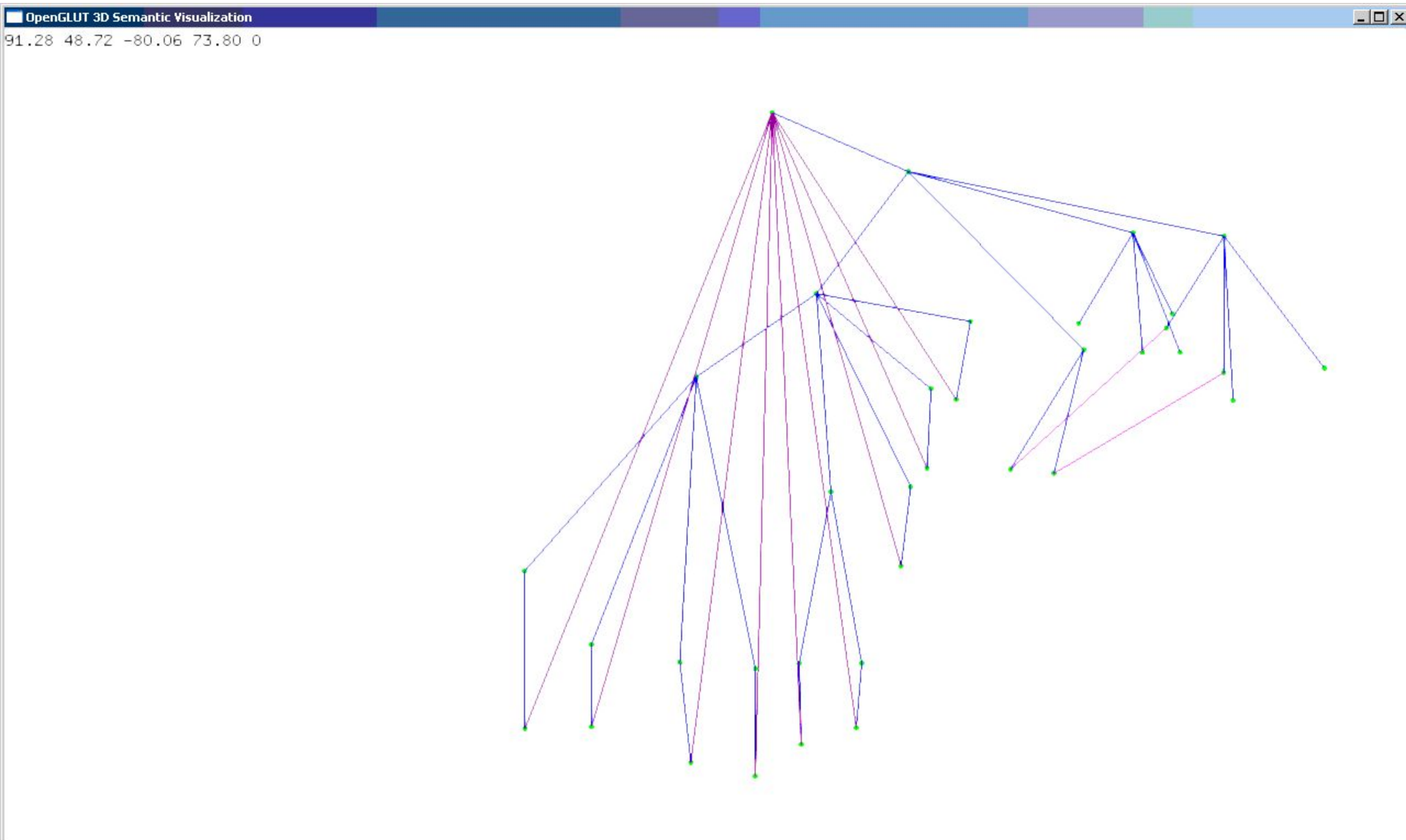
```
Quater loc; // q2 - 2-ой сомножитель
loc.x= x*q2.w+y*q2.z-z*q2.y+w*q2.x;
loc.y=-x*q2.z+y*q2.w+z*q2.x+w*q2.y;
loc.z= x*q2.y-y*q2.x+z*q2.w+w*q2.z;
loc.w=-x*q2.x-y*q2.y-z*q2.z+w*q2.w;
```

Результаты работы



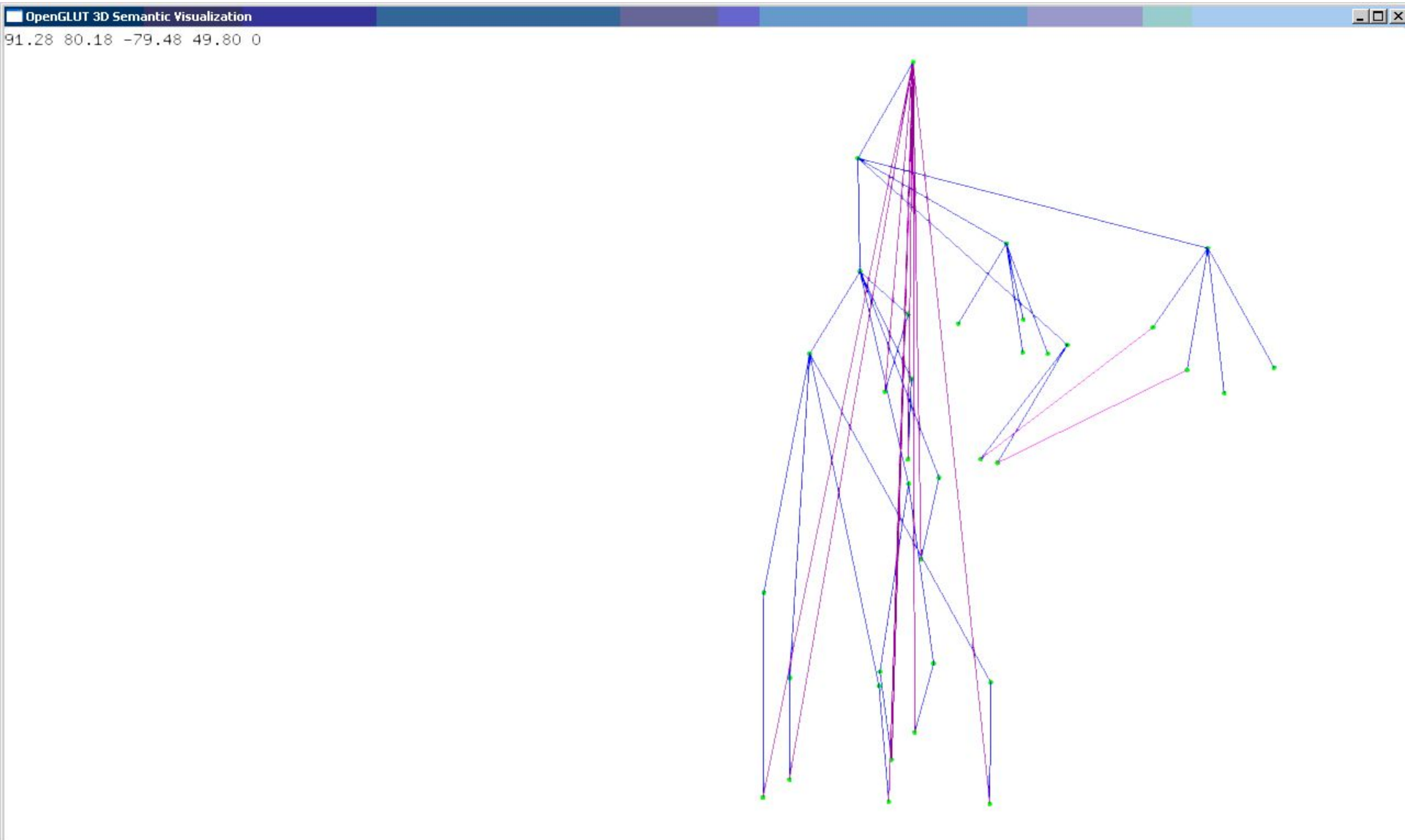
Перспективная проекция – исходное положение тестовой сети

Результаты работы



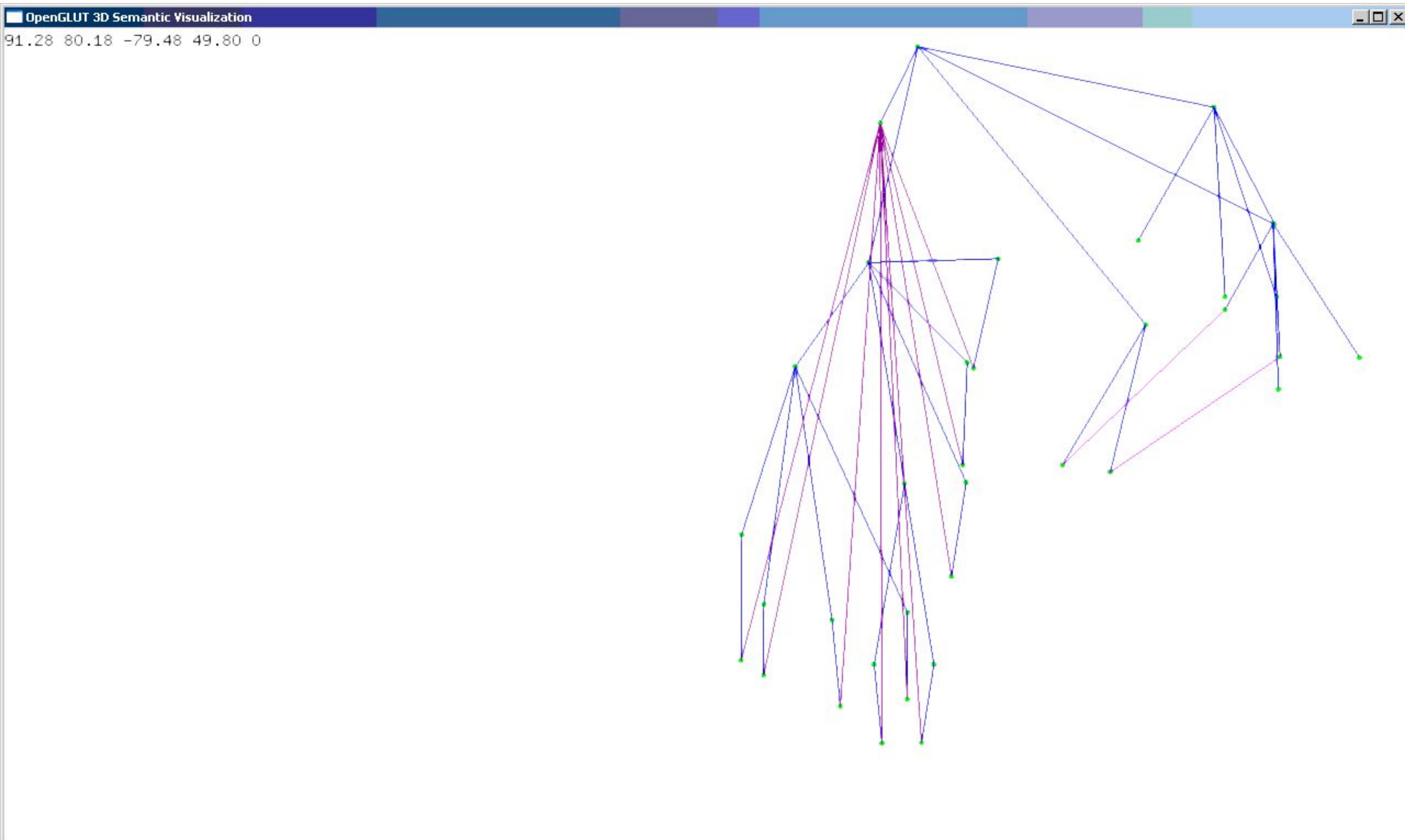
Поворот в горизонтальной плоскости

Результаты работы



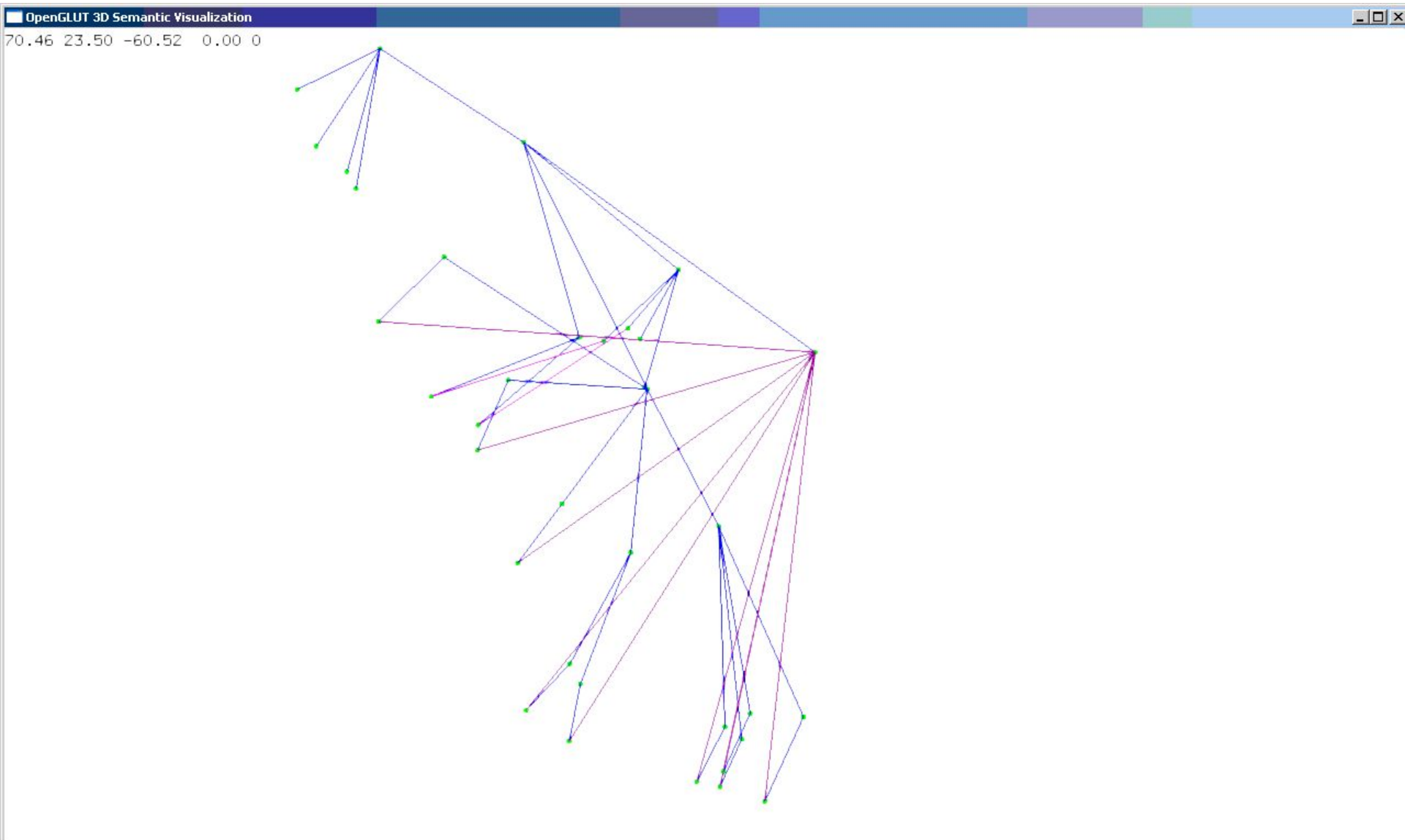
Вид на тестовую сеть «сбоку»

Результаты работы



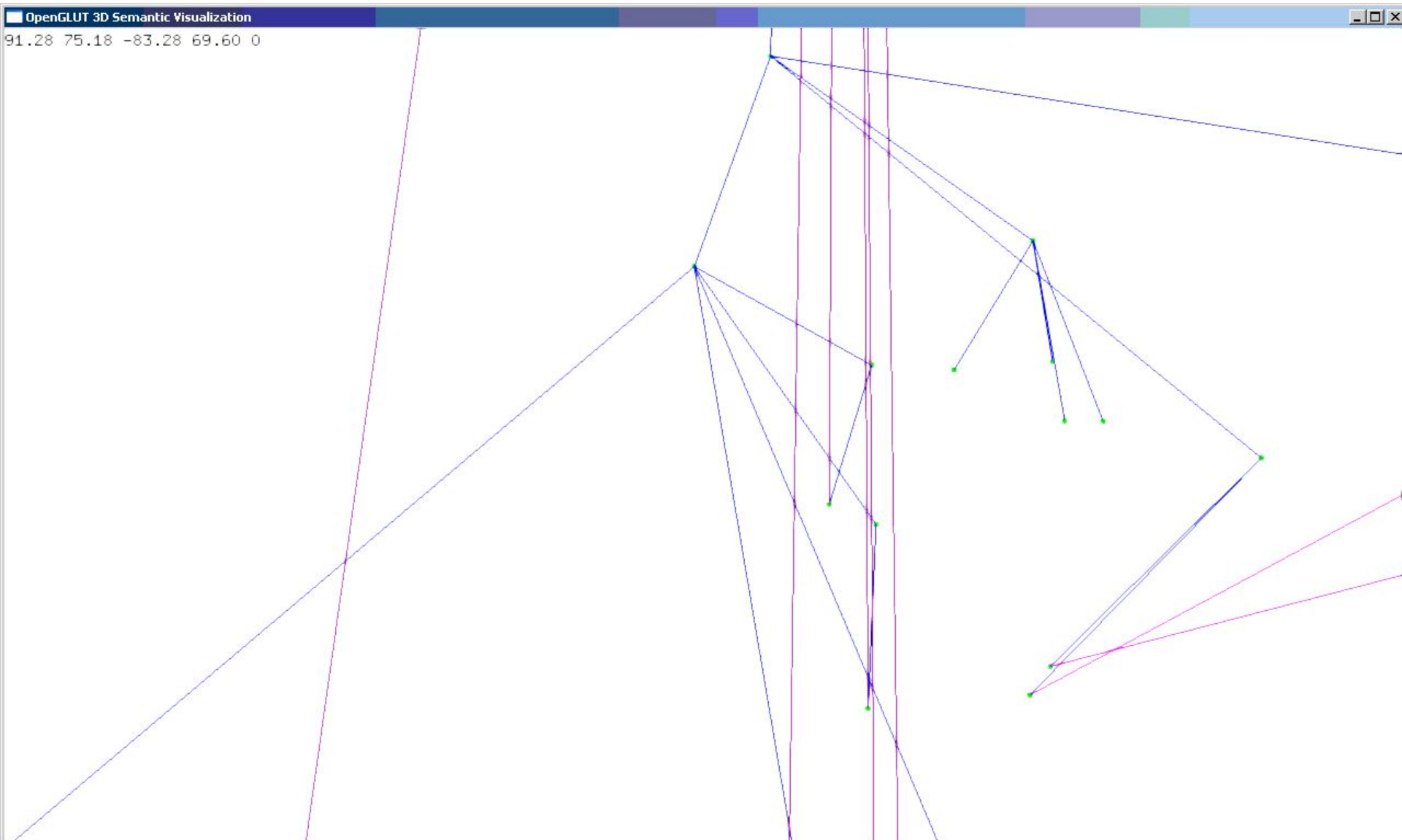
То же положение сети – ортографическая проекция

Результаты работы



Ортографическая проекция – поворот вокруг «диагональной» оси

Результаты работы



Перспективная проекция – вид «изнутри» сети

Выводы

1. Использование графических библиотек, в частности OpenGL, позволяет повысить наглядность визуализации семантической сети за счёт широкого диапазона разнесения отображаемых узлов в пространстве и произвольного выбора точки и направления обзора.
2. Применение кватернионов позволяет осуществлять вращение отображаемой семантической сети относительно любой выбранной пользователем оси. Предложенный алгоритм взаимодействия кватернионов с операциями графической библиотеки OpenGL успешно решает задачу вращения отображаемой сцены.

Выводы

3. Для отображения семантической сети могут в равной степени использоваться как ортографическая проекция, так и различные варианты перспективной проекции. В программной обеспечении желательно предоставить пользователю возможность выбора проекции и её параметров.

4. При отображении семантической сети как трёхмерного объекта возникает проблема привязки двумерных координат вывода текстовой информации к конкретному узлу сети, отображаемого в трёхмерном пространстве.

5. Аналогичная проблема возникает при указании выбираемого узла сети, например, с помощью манипулятора «мышь». Для решения этой проблемы необходимо выработать алгоритм преобразования двумерных координат курсора «мыши» в трёхмерные координаты выбираемого узла.

Заключение

В результате выполнения магистерской диссертации:

- исследована трёхмерная визуализация с использованием ортографической и двух вариантов перспективной проекции графической библиотеки OpenGL;
- реализован метод трёхмерной визуализации семантической сети с использованием математического аппарата кватернионов для обеспечения вращения отображаемой сцены вокруг произвольной оси.