

## ПОДХОД К ВИЗУАЛИЗАЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ЗЕМЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОРНЫХ ГЛИФОВ

*Орлов Глеб Олегович*

*Аспирант*

*Факультет ИИМРТ Уфимский университет науки и технологий, Уфа,  
Россия*

*E-mail: orlovgleb99@mail.ru*

*Научный руководитель — Воробьева Гульнара Равиловна*

Разработка подхода к наглядной визуализации магнитных полей Земли является актуальной, поскольку анализ характеристик геомагнитных полей имеет множество практических применений: эти поля влияют на работу навигационных систем, используются при прогнозировании геофизической обстановки, а также применяются в технологиях поиска полезных ископаемых. В данной связи основными задачами работы являются анализ существующих решений и разработка собственного подхода к визуализации геомагнитного поля, который сочетал бы в себе лучшие практики существующих методов и учитывал бы тензорную специфику полей с целью комплексной визуализации параметров.

Анализ уже существующих подходов показал, что они не подходят для визуализации тензорных полей, поскольку отображают информацию либо недостаточно наглядно, либо недостаточно комплексно. Например, 3D визуализация отдельных компонент векторов предполагает отдельную визуализацию каждой из компонент векторов как скалярного поля с последующей компиляцией этих трех изображений в общую картину [2]. Данный метод может быть в достаточной мере информативным, однако его наглядность снижена из-за наложения нескольких разных изображений. Текстурные методы предполагают наложение заготовленного изображения на модель земного шара с последующим искажением рисунка, в зависимости от изменения напряженности вектора магнитного поля в каждой отдельной точке шара. Для отображения изменений может изменяться как форма, так и цвет текстуры. Данный метод напротив, достаточно наглядный, однако не в полной мере информативен, что можно наблюдать на рис. 1.

Для выполнения поставленных задач предлагается использовать тензорный глиф вида суперэллипса, изображенный на рис. 2. Использование глифа-суперэллипсоида является оптимальным решением, ведь данные глифы являются цельными объектами и при этом

содержат информацию обо всех параметрах геомагнитного поля. По каждой оси суперэллипса представляется значение определенного ранга тензора, выраженное монохромным градиентом. Это позволяет визуализировать все параметры геомагнитного поля в каждой конкретной точке пространства. Предполагается использование тензоров 2-го ранга, прямоугольной формы со стороной 3 (всего 9 элементов). Каждый элемент тензора представляет собой скорость изменения компонентов вектора напряженности геомагнитного поля по каждой оси декартовой системы координат. Результат применения такого подхода изображен на рис. 3.

### Иллюстрации

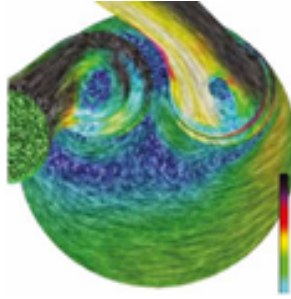


Рис. 1. Пример текстурной визуализации геомагнитного поля [1]

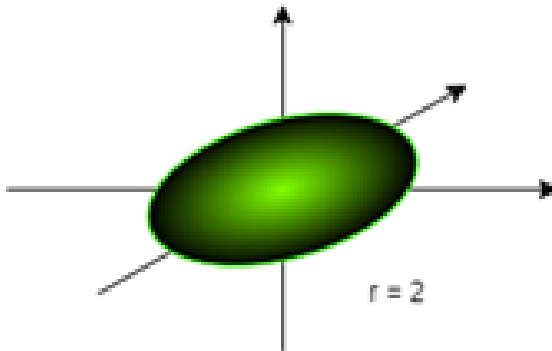


Рис. 2. Пример эллипсоидного глифа для тензора второго ранга

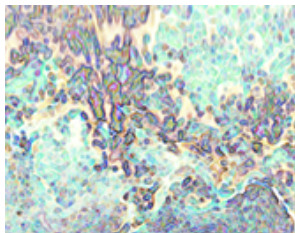


Рис. 3. Пример визуализации геомагнитного поля Земли при помощи глифов-суперэллипсов

### Литература

1. Боярчук М. А., Журкин И. Г., Непоклонов В. Б., Анализ методов визуализации геофизических полей в геоинформационных системах // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2017. № 1.
2. Димитриенко Ю. И., Губарева Е. А., Сборщиков С. В., Визуализация тензорных полей на основе геометрического представления тензоров // Научная визуализация. 2018. Т. 10, № 2. С.95.