**Двумерные фрактальные распределения: теория и практические приложения**

***Тулапин Ф.А.1, Кубанов Р.Т.2, Тереньева А.И.1, Степанов О.В.1***

***1****студент, 2аспирант*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*физический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: filipptulapin@mail.ru*

Выполнен ретроспективный анализ методов получения и использования в оптике фрактальных спекловых структур. Такие методы широко применяются в диагностических системах и медикобиологических исследованиях (см.. например, [1,2].

Рассматриваются вопросы применения фрактальных световых структур в арт-терапии и офтальмологии. Дано объяснение многочисленным свидетельствам высокой эффективности применения в указанных медицинских областях фрактальных технологий. Установлено, что основная причина позитивного воздействия фрактальных структур на человека состоит в наличии скейлинга в пространственных спектрах фрактальных распределений интенсивности. Поскольку оптическая информация поступает в кору головного мозга по пространственно-частотным каналам зрительной системы, обрабатывается и хранится там в форме пространственных спектров (фурье-образов) изображений [3], наличие скейлинга облегчает и ускоряет ее обработку. Это вызывает чувство удовольствия, близкого к чувству эстетического наслаждения. Такое световое воздействие на человека во многом обусловливает эффективность арт-терапии. Происходящее при этом воздействии укрепление связей между нейронами в коре головного мозга может способствовать также излечению ряда глазных болезней (например, глаукомы). Тем самым, есть основания рассматривать фрактальную светостимуляцию в качестве универсального метода улучшения здоровья человека.

Сформулированная интерпретация процесса зрительного восприятия фрактальных изображений нашла подтверждение в ходе выполненного численного моделирования с использованием свойств двумерной функции Вейерштрасса. Моделирование показало, что фрактальным изображениям присущ скейлинг их пространственных спектров, обеспечивающий форсированную обработку зрительной информации, поступающую в кору головного мозга по частотно селективным каналам.

Математический аппарат, используемый для построения и анализа двумерных фрактальных световых волн, может быть использован и для решения других практически важных задач биомедицинского характера, связанных, в частности, с изготовлением оптических пинцетов, позволяющих удерживать и перемещать мелкие частицы. Несложная математическая процедура позволяет на основе фрактальных распределений интенсивности формировать периодические мультиплексные световые структуры, которые можно использовать для мелкомасштабной локализации частиц в процессе их направленного смещения. Периодичность структуры позволяет ее проектировать на область, где располагаются частицы, используя эффект Тальбо и не применяя дополнительные оптические элементы.

Авторы благодарят профессора Короленко П.В. за помощь в работе.

**Литература**

1. Ульянов А.С. Анализ фрактальных размерностей бактериальных колоний и патологически измененных биотканей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. №4. С. 117-121.
2. Зотов А. М., Короленко П. В., Мишин А. Ю.,. Рыжикова Ю. В. Физические основания нейроэстетики  // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия*.* 2019. № 6. С. 52–57.
3. Шелепин Ю. Е. Введение в нейроиконику. СПб. Троицкий мост. 2017.