

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., профессора Марголина Владимира Игоревича о диссертационной работе Кубанова Рустама Татархановича «Фурье-оптика фрактальных структур», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

В настоящее время разработке и использованию методов фрактальной оптики уделяется большое внимание. Они стали необходимым атрибутом разнообразных междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований. Их универсальный характер во многом связан со специфической скейлинговой структурой фурье-спектров фрактальных объектов и процессов. В этой связи тему диссертационной работы Р.Т. Кубанова, в которой установлены физические факторы, влияющие на распределение пространственных частот и определяющие возможности практического использования фрактальных представлений, следует признать весьма актуальной. Разработанные автором методы генерации фрактальных структур, различающихся скейлинговыми и статистическими характеристиками, могут быть использованы широким кругом специалистов, работающих в новых, активно развивающихся областях физической оптики.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Введение содержит ключевые для диссертации формулировки цели работы и положений, выносимых на защиту. В нем изложена постановочная часть исследований с указанием их новизны, актуальности, практической и теоретической значимости. Во введении содержится оценка достоверности полученных результатов и личного вклада автора. В целом введение достаточно полно характеризует рассматриваемые в работе проблемы и возможные подходы к их решению.

Первая глава носит преимущественно обзорный характер. В ней рассмотрены различные типы фрактальных объектов и процессов, разнообразие которых подтверждает универсальность проявления феномена самоподобия. Убедительно показано, что, благодаря этому феномену, сформировалось обширное поле практических приложений фрактальной оптики. Они перекрывают обширное поле самых разных технологий, диагностических методов, лечебных медицинских процедур. Содержащиеся в этой главе сведения формируют обоснованную информационную базу для решения стоящих перед автором задач. Ценными для последующего изложения материала диссертации являются сведения об особенностях воздействия на человека фрактальных изображений и той роли, которые играют при этом пространственно частотные каналы зрительной системы.

Во второй главе приведены результаты расчетов фурье-спектров действительных и комплексных распределений в одномерном и двумерном представлении. Применительно к числовым действительным распределениям было показано, что, как правило, имеет место хорошо выраженное

структурное соответствие между формой изначального распределения и формой соответствующего ему фурье-спектра при сохранении ими скейлинговых свойств. Что касается комплексных распределений, то указанное выше структурное соответствие будет частично нарушаться асимметричной формой фурье-спектра. Дополнительным образом во второй главе были получены результаты, указывающие на наличие скейлинга у спектров, относящихся к структурам со “скрытым” самоподобием. Такие структуры, построенные, в частности, с помощью числовой последовательности Фибоначчи, имеют коэффициент скейлинга спектра, близкий к коэффициенту Золотого сечения.

Третья глава посвящена изучению влияния дифракционного распространения светового пучка на его самоподобные свойства. Одна из решаемых задач состояла в анализе особенностей распространения фрактального спеклового пучка с изначальным вогнутым волновым фронтом. Несмотря на сложное распределение изначального поля, в фокальной плоскости системы формировалось регулярное распределение интенсивности, соответствующее фурье-спектру светового пучка. Фрактальные размерности пучка и его изображения совпадали с точностью в 5%.

Были рассмотрены также характеристики изображений фрактальных пучков в оптических системах общего вида. Была дана оценка скейлинга и контрастности спектров изображений в зависимости от фрактальной размерности пучков и ширины переходной функции системы. Расчеты показали, что при некотором уменьшении контрастности спектров с увеличением фрактальной размерности происходит ее резкое снижение даже при незначительном уширении переходной функции. Практическую ценность представляют изложенные в данной главе результаты, относящиеся к распространению фрактальных вихревых пучков в свободном пространстве и случайно-неоднородных средах. Глава содержит также краткое описание инструментария, использованного при экспериментальном получении световых пучков с заданными свойствами.

Наконец, в четвертой главе диссертации содержится материал, отражающей возможности использования фрактального излучения со сложной пространственной структурой в таких областях медицины как офтальмология и арт-терапия. Фрактальные структуры, изменяющиеся во времени и в пространстве, строились на основе модифицированных двумерных функций Веерштрасса и полиномиальных аттракторов. Эффективность зрительного восприятия этих структур обеспечивалось скейлинговым характером их пространственных спектров в силу передачи оптической информации в кору головного мозга по частотно селективным каналам. Ценным с точки зрения расширения типоряда оптических изображений, представляющих интерес для использования в офтальмологии и терапии, является возможность обобщения этого вывода на определенный класс мультифрактальных распределений.

В заключительной части работы автору удалось в сжатой концентрированной форме выразить физическую суть ключевых положений диссертации, сделав акцент на их эвристических возможностях, позволивших объяснить ряд нетривиальных эффектов, наблюдаемых при проведении медико-биологических исследований.

Характеризуя в целом общенаучную и практическую ценность диссертации, следует прежде всего отметить весьма высокую квалификацию автора и его широкий научный кругозор. Это позволило ему получить ряд новых результатов приоритетного характера, совокупность которых дала возможность найти подходы к решению ряда важных междисциплинарных проблем.

Особым образом хотелось бы выделить результат, указывающий, что скейлинг пространственных спектров фрактальных и фракталоподобных объектов, во многом определяет их эстетическую ценность и диапазон практического применения.

Автореферат соответствует тексту диссертационной работы.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. Структурное соответствие, которое наблюдается для ряда самоподобных структур при сопоставлении формы объекта и его фурье-спектра, как видно из материалов диссертации, свойственно далеко не всем фрактальным объектам, однако, в работе отсутствует критерий его применимости.
2. Результаты, полученные с помощью гауссовой переходной функции, не были верифицированы заданием функции другой формы. Анализ влияния фазовых аберраций на качество изображений выполнен слишком кратко и не дает возможности и не дает возможности судить об их критическом уровне.
3. В расчетах, выполненных автором, присутствует величина, называемая длиной Тальбо, однако, изначальная структура пучков не обладает периодичностью, являющейся неперенным условием реализации эффекта Тальбо.

Перечисленные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы и ее научной значимости. Считаю, что представленная диссертация «Фурье-оптика фрактальных структур» соответствует специальности 1.3.6. «Оптика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и оформлена согласно приложениям № 8 и 9 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова», а её автор — Кубанов Рустам Татарханович —

заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. «Оптика».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры
факультета радиотехники и телекоммуникаций Санкт-Петербургского
государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени
В.И. Ульянова (Ленина)

Марголин Владимир Игоревич

«12» февраля 2025 г.

Контактные данные:

Телефон:

E-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена докторская диссертация:

05.27.01 — «Твердотельная электроника,
микроэлектроника и наноэлектроника»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

Адрес места работы:

197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5, литера Ф,
вн. тер. г. муниципальный округ Аптекарский остров.

Телефон: +7 (812) 234-46-51; e-mail: info@etu.ru

«Подпись Марголина Владимира Игоревича УДОСТОВЕРЯЮ»: