

Отмечалось проникновение и накопление НЧ в цитоплазме опухолевых клеток и накопление на мембранах патологически измененных внутриклеточных органелл — митохондрий и цистерн эндоплазматического ретикулума. НЧ накапливались в перинуклеарном пространстве и не проникали в ядра. НЧ были обнаружены также в межклеточном пространстве. Небольшое количество крупных скоплений НЧ выявлено на мембранах секреторных вакуолей.

#### **Выводы**

1. Показано, что наночастицы оксида гадолиния обеспечивают усиление яркости биологических жидкостей на МРТ-изображениях. Контрастирующие свойства наночастиц оксида гадолиния более выражены, чем контрастирующие свойства гадодиамида («Омнискан»).

2. Наночастицы оксида гадолиния не проявляют выраженной цитотоксичности в условиях *in vitro* и пригодны для внутривенного введения в дозах до 200 мг/кг для частиц, покрытых оксидом кремния и в дозах до 126 мг/кг для наночастиц с покрытием из модифицированного полисахарида.

3. Наночастицы оксида гадолиния, покрытые оксидом кремния, не являются иммуногенными и не обладают адъювантными свойствами. Дополнительное покрытие из модифицированного полисахарида способствовало усилению иммуногенных свойств наночастиц, обуславливая развитие воспалительной реакции на введение наночастиц и усиление ответа на бычий сывороточный альбумин.

4. При интратуморальном введении наночастицы оксида гадолиния с покрытием из модифицированного полисахарида проникают в клетки и накапливаются в их цитоплазме, а также на мембранах внутриклеточных органелл, таких, как митохондрии и цистерны эндоплазматического ретикулума.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Gadolinium(III) Chelates as MRI Contrast Agents: Structure, Dynamics, and Applications / P. Caravan [et al.] // *Chemical Reviews*. — 1999. — Vol. 99, № 9. — P. 2293–2352.
2. *Tu, C.* Activatable T1 and T2 Magnetic Resonance Imaging Contrast Agents / C. Tu, E.A. Osborne, A.Y. Louie // *Annals of Biomedical Engineering*. — 2011. — Vol. 39, № 4. — P. 335–1348.
3. Multifunctional Peptide-Conjugated Hybrid Silica Nanoparticles for Photodynamic Therapy and MRI / H. Benachour [et al.] // *Theranostics*. — 2012. — Vol. 2, № 9. — P. 889–904.
4. High proton relaxivity for gadolinium oxide nanoparticles / M. Engström [et al.] // *Magn. Reson. Mater. Phys.* — 2006. — Vol. 19. — P. 180–186.
5. Responsive MRI agents for sensing metabolism in vivo / L. De Leon-Rodriguez [et al.] // *Acc. Chem. Res.* — 2009. — Vol. 42, № 7. — P. 948–957.

**УДК 535.423**

### **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАЗИБЕЗДИФРАКЦИОННЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ В ЗАДАЧАХ ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

***Петрова Е. С., Краморева Л. И., Савицкий А. И.***

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»**

**Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

Развитие новейших нано- и биотехнологий, микроскопии с высоким разрешением, оптимизации оптических сканирующих устройств вывели в число актуальных проблем методы формирования световых пучков с предельно малой дифракционной расходимостью, позволяющих достигнуть высокого поперечного и продольного разрешения. Следствием это-

го явилось развитие исследований негауссовых пучков различного типа, в частности, квазибездифракционных световых пучков. Интерес к бесселевым световым пучкам обусловлен, прежде всего, большой фокальной длиной пучка, что позволяет увеличить продольное разрешение оптических систем. Наличие многокольцевой структуры пучка в поперечном сечении и свойство его самореконструкции, позволяет значительно выровнять условия взаимодействия когерентного излучения с ансамблем микрочастиц, выстроенных в направлении распространения пучка, и делает световые квазибездифракционные пучки перспективными для исследования биологических объектов, представляющих собой рассеивающие и поглощающие среды (например, жидкости и ткани). Наличие бездифракционного светового пучка, характеризующегося большой глубиной проникновения и высоким поперечным разрешением, является принципиальным для диагностики таких сред на относительно большую глубину. Таким образом, детальное изучение физических явлений, обусловленных взаимодействием квазибездифракционных световых пучков с поглощающими и рассеивающими средами, открывает новые возможности их использования в качестве зондирующего излучения для разработки методов оптической диагностики данных сред.

Проведенные нами численные оценки эффекта реконструкции поля квазибездифракционных пучков и экспериментальные результаты подтвердили преимущество их использования в качестве зондирующего излучения применительно к задачам оптической диагностики рассеивающих сред [1].

Количественная оценка эффекта реконструкции поперечной структуры зондирующего пучка за непрозрачным или частично прозрачным препятствием и экспериментальные результаты прохождения квазибездифракционных пучков и пучков гауссова типа через светорассеивающие среды показывают, что изучаемый эффект проявляется практически сразу после области геометрической тени пучка, образованной за препятствием. Кроме того, внесение в оптическую схему светорассеивающих сред (10 %-раствора альбумина в стеклянной кювете толщиной 1 см) позволило зарегистрировать поперечное распределение интенсивности квазибездифракционного пучка, которое по сравнению с пучками гауссова типа сопровождалось значительно меньшим искажением пространственной структуры и наличием спекл-шумов (рисунок 1).

Ранее доказано [1] преимущество использования многокольцевых пучков бесселева типа, сформированных с помощью оптических элементов с сильной сферической аберрацией (в сравнении с гауссовыми пучками), при зондировании светорассеивающих сред.

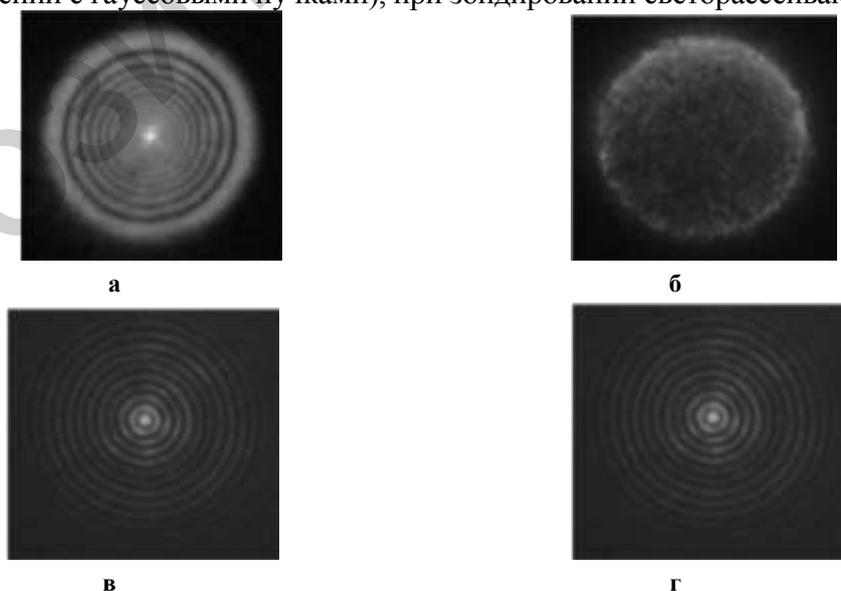


Рисунок 1 — Профиль интенсивности пучка Эйри и квазибездифракционного пучка: до прохождения (а), (в) после прохождения через рассеивающую среду (б), (г)

В качестве рассеивающей среды был использован односторонне-матированный рассеиватель, раствор молока. Регистрация поперечного распределения интенсивности проводилась на расстоянии 10 см от рассеивателя. Показано, что структура поперечного распределения интенсивности конического пучка после его прохождения через светорассеивающую среду восстанавливается лишь с небольшими искажениями боковых колец.

В настоящее время поиск способов, позволяющих увеличить глубину фокуса оптических сканирующих устройств, является активной областью исследований. Для получения качественного изображения многослойных структур в условиях значительного светорассеяния необходимым условием является увеличение глубины фокуса оптической системы при неизменном поперечном разрешении. С этой точки зрения, рост интереса к непараксиальным и эванесцентным бесселевым пучкам связан, прежде всего, с наличием субмикронной структуры осевого максимума, поляризационных и пространственных особенностей. В работе [2] показано, что при распространении бесселевых световых пучков через поглощающую среду, области максимальных значений плотности потока энергии совпадают с зонами минимального или максимального тепловыделения в поперечном сечении пучка. Исследованный эффект приводит к преимущественному нагреванию среды в приосевой зоне пучка, что в сочетании со свойством квазибездифракционности может быть использовано для локального термического воздействия на биологический объект.

При расчетах параметров зондирующих пучков для сканирования биологических структур необходимо принимать во внимание не только наличие эффектов, связанных с поглощением и рассеянием электромагнитного излучения, но и учитывать гиротропные свойства среды, содержащей коллагеновые и эластиновые волокна. Выявление закономерностей преломления и отражения зондирующего излучения на границе слоистой среды является необходимым условием для высококачественной диагностики, например, в области поляризационно-чувствительной томографии. Аналитические и численные расчеты показали, что в случае отражения квазибездифракционного бесселева светового пучка от слоя поглощающей среды амплитудный коэффициент отражения зависит от угла конуса падающего слоистую среду пучка, определяется выбором величины коэффициента поглощения среды. Решение задачи взаимодействия квазибездифракционного пучка с многослойными моделями ткани в общем случае позволяет оптимизировать параметры зондирующего пучка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. L. Kramoreva, E. Petrova, J. Razhko Quasi-nondiffractive beams for OCT-visualization: theoretical and experimental investigation // Book Selected topics in OCT, Dr. Gangjun Liu (Ed.), InTech, – 2012. – Chapter 5.– pp.83–106, Available from: <http://www.intechopen.com/books/selected-topics-in-optical-coherence-tomography/quasi-nondiffractive-beam-for-oct-visualization-theoretical-and-experimental-investigations>.

2. Особенности распределения потоков энергии при распространении квазибездифракционных световых пучков в поглощающих средах / В. Н. Бельй [и др.] // Проблемы физики, математики и техники, научно-технический журнал. — 2012. — № 3 (12). — С. 7–15.

**УДК 614.253.4:069:378.661 (476.2)**

### **РОЛЬ МУЗЕЯ ГОМЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В ФОРМИРОВАНИИ МИРОВОЗЗРЕНИЯ БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ**

*Петрова Н. П.*

**Учреждение образование  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь**

Музей — это, прежде всего, память, выраженная в предметах, а по существу — это особая образовательная среда. Именно поэтому, одной из основных миссий музея является его образовательная деятельность.