

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации Зайцева Кирилла Игоревича

«Импульсная спектроскопия и микроскопия биологических тканей в терагерцовом диапазоне», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.6. – Оптика

Диссертационная работа Зайцева К.И. посвящена разработке физико-математических моделей, описывающих взаимодействие электромагнитных волн терагерцового диапазона с пространственно неоднородными объектами исследования – биологическими образцами. Автор предлагает новые методы оценки эффективных оптических свойств и мезомасштабных неоднородностей таких объектов.

В диссертации описано решение целого спектра задач. Автор разработал модель взаимодействия импульсного излучения терагерцового диапазона со слоистыми средами в различной геометрии эксперимента. Разработан и апробирован метод оценки оптических свойств биологических тканей в терагерцовом диапазоне.

Разработан новый метод терагерцовой микроскопии, адаптированный для визуализации биологических тканей. Проведена оценка и экспериментальная проверка разрешающей способности нового метода. Показано, что она составляет  $0,15\lambda$  в широком диапазоне оптических характеристик объекта.

Предложена модель, описывающая взаимодействие непрерывного излучения терагерцового диапазона с оптически неоднородными объектами – биологическими тканями – в микроскопии субволнового разрешения. Создана и экспериментально проверена модель оценки пространственного распределения оптических свойств биологических тканей в терагерцовом диапазоне. Изучены оптические свойства водных растворов различных агентов для оптического просветления тканей, предложены оптимальные для терагерцовой биофотоники. Проведено измерение оптических свойств кожи человека и других биологических образцов в терагерцовом диапазоне. Показана возможность различать различные типы невусов с помощью терагерцовых спектров. Изучены терагерцовые оптические характеристики глиом человека различной степени злокачественности. Получены микроскопические изображения различных оптически неоднородных биологических объектов

В целом, диссертация является очень емкой и содержательной, содержит большой объем теоретической и экспериментальной работы. Проведенные исследования открывают новые перспективы применения терагерцовой оптики в медицине и биологических исследованиях. Работа Зацева К.И. является крупным научным достижением и производит прекрасное впечатление.

Проанализировав автореферат, можно сделать вывод о том, что диссертация является законченным научно-исследовательским трудом высокого уровня, а Зайцев Кирилл Игоревич заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

Доктор биологических наук, кандидат физико-математических наук, профессор РАН  
Шидловский Юлий Валерьевич,

Ведущий научный сотрудник, заведующий Лабораторией регуляции экспрессии генов в развитии Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института биологии гена РАН

26 июля 2023 г.

подпись

**ЗАВЕРЯЮ**

ЗАМ. ДИРЕКТОРА ИБГ РАН

МАНСУРОВА Т.В.

