

Применение терагерцового излучения для биомедицинских задач

О.П. Черкасова^{1,2*}, Н.А. Николаев¹

¹ Институт автоматики и электрометрии СО РАН

² Новосибирский государственный технический университет

* E-mail: cherkasovaop@iae.nsk.su

DOI:10.31868/RFL.2024.262

К терагерцовому (ТГц) спектру принято относить диапазон частот от 0,1 до 10 ТГц (или в длинах волн от 30 мкм до 3 мм) [1]. Данное излучение обладает рядом особенностей, которые обуславливают его применение в биологии и медицине, а именно, его неионизирующее воздействие, обусловленное низкой энергией кванта; высокая степень взаимодействия с водой и водными растворами, включая тканевую воду, свободную или связанную. Для ТГц излучения характерен релеевский режим рассеяния $1/\lambda^4$ в неоднородных средах, включая биологические ткани. Развитие метода импульсной ТГц спектроскопии на рубеже XXI века привело к значительному росту применений ТГц приборов и излучения [1].

В докладе представлен обзор наиболее интересных и актуальных применений ТГц систем для биомедицинских задач, а также исследований авторов, в частности спектроскопии крови для диагностики диабета [2], патологий щитовидной железы [3] и рака печени [4]. Рассматривается аспект применения методов машинного обучения к анализу данных импульсной ТГц спектроскопии крови, которые способствует продвижению метода в клиническую практику. Импульсная ТГц спектроскопия в комбинации с методами машинного обучения была использована для анализа сыворотки крови мышей в динамике развития экспериментальной U87 глиобластомы [5], травматических повреждений головного мозга [6], анализа плазмы крови пациентов с глиомами разной степени злокачественности, в том числе до и после проведения хирургической операции по удалению опухоли [7].

Приводятся примеры применения ТГц излучения для анализа изображений тканей при диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований различной нозологии и локализации [1, 8] и офтальмологических патологий [9]. Уделено внимание безопасности применения ТГц излучения в диагностике и терапии [11]. В заключении сформулированы наиболее перспективные направления дальнейшего применения ТГц излучения в решении биомедицинских задач.

Работа частично выполнялась в рамках государственного задания ИАиЭ СО РАН. Авторы благодарят ЦКП «Спектроскопия и оптика» за предоставленное оборудование.

Литература

- [1] O.A. Smolyanskaya, N.V. Chernomyrdin et al, *Progress in Quantum Electronics*, **62**, 1-77 (2018)
- [2] О.П. Черкасова, М.М. Назаров и др., *Оптика и спектроскопия*, **120** (1), 59-67 (2016)
- [3] M.R. Konnikova, O.P. Cherkasova et al, *Biomedical Optics Express*, **12** (2), 1020-1035 (2021)
- [4] M.M. Nazarov, O.P. Cherkasova et al, *Optics and Spectroscopy*, **126** (6), 721-729 (2019)
- [5] D. Vrazhnov, A. Knyazkova et al, *Appl. Sci.*, **12**, 10533 (2022)
- [6] D. Vrazhnov, D.A. Ovchinnikova et al, *Appl. Sci.*, **14**, 2872 (2024)
- [7] O. Cherkasova, D. Vrazhnov et al, *Appl. Sci.*, **13**, 5434 (2023)
- [8] N.V. Chernomyrdin, G.R. Musina G.R. et al, *Opto-Electronic Advances*, **6**, 220071 (2023)
- [9] I. Ozheredov, M. Prokopchuk et al, *Laser Phys. Lett.*, **15** (5), 055601 (2018)
- [10] O.P. Cherkasova, D.S. Serdyukov et al, *Journal of Biomedical Optics*, **26** (9), 090902 (2021)