

based spectroscopic approach considered as impossible. We developed a robust non-invasive optical-based imaging approach that allows visualize major cerebral vessels at the high temporal and spatial resolution.

The developed technique is simple to use, utilizes dynamic light scattering and standard fluorescent dyes, inexpensive imaging and computation procedures. The ability to clearly visualize middle cerebral artery and other major vessels of brain vascular network, as well as the measurements of dynamics of blood flow are presented. The developed imaging approach has a great potential in neuroimaging and can significantly expand the capabilities of preclinical functional studies of brain and notably contribute for analysis of cerebral blood circulation in disorder models. In addition, a few other techniques, such as Circular Polarized Light (CPL) technique that is able to assess quantitatively amyloid plaques and identify irregular cells (neurons), e.g. in focal cortical dysplasias (FCD) samples, and Near-Infra-Red (NIR) brain imaging of functional response will be presented.

**УДК 616-073.584:616-058**

**Мезенцев М.А.**

бакалавр кафедры  
Приборостроение, метрология и  
сертификация, ФГБОУ ВО  
Орловский государственный  
университет имени И.С. Тургенева,  
г. Орел, Россия.

E-mail: mezentseff.mihail@yandex.ru

**Изофатов Г.Ю.**

бакалавр кафедры  
Приборостроение, метрология и  
сертификация, ФГБОУ ВО  
Орловский государственный  
университет имени И.С. Тургенева,  
E-mail: egorizofatov@gmail.com

**Дрёмин В.В.**

к.т.н., научный сотрудник Научно-  
технологического центра  
биомедицинской фотоники, ФГБОУ  
ВО Орловский государственный  
университет имени И.С. Тургенева  
E-mail: dremin\_viktor@mail.ru

**Потапова Е.В.**

к.т.н., доцент кафедры  
«Приборостроение, метрология и  
сертификация», ФГБОУ ВО

**UDC 616-073.584:616-058**

**Mezentsev M.A.**

bachelor of the Department of  
Instrument Engineering, Metrology  
and Certification, Orel state University  
named after I. S. Turgenev, Orel,  
Russia.

E-mail: mezentseff.mihail@yandex.ru

**Izofatov G.Yu.**

bachelor of the Department of  
Instrument Engineering, Metrology  
and Certification, Orel state University  
named after I. S. Turgenev, Orel,  
Russia.

E-mail: egorizofatov@gmail.com

**Dremin V.V.**

PhD degree, researcher of the  
Research and Development Center of  
Biomedical Photonics, Orel state  
University named after I. S. Turgenev,  
Orel, Russia.

E-mail: dremin\_viktor@mail.ru

**Potapova E.V.**

PhD degree, docent of the Department  
of Instrument Engineering, Metrology  
and Certification, Orel state University

«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» named after I. S. Turgenev, Orel, Russian Federation. E-mail: elenasweet2007@gmail.com elenasweet2007@gmail.com

**ОПТИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ДИАГНОСТИКЕ  
СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: СОВРЕМЕННОЕ  
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
OPTICAL VISUALIZATION IN DIAGNOSTICS OF SOCIAL-  
IMPORTANT DISEASES: MODERN STATE AND PROSPECTS.**

**Аннотация.** Методы оптической визуализации являются наиболее перспективными методами неинвазивной диагностики, позволяющими качественно диагностировать функциональные нарушения, сопровождающие социально значимые заболевания.

**Abstract.** Methods of optical visualization are the most promising methods of non-invasive diagnostics, allowing qualitatively diagnosing functional disorders that accompany socially significant diseases.

**Ключевые слова:** оптическая визуализация, флуоресцентные изображения, диффузное отражение, гиперспектральные изображения, социально значимые заболевания.

**Keywords:** optical visualization, fluorescence imaging, diffuse reflectance imaging, hyperspectral imaging, socially significant diseases.

Методы оптического биоимиджинга (сбора информации путем наблюдения и регистрации оптических изображений) базируются на регистрации сигнала от объекта исследования для получения изображений различных слоев ткани с высокой селекцией по глубине и высоким пространственным разрешением.

Достоинствами оптических методов являются неинвазивность, возможность проведения бесконтактной диагностики, высокая чувствительность и минимальное влияние на исследуемые биообъекты.

К одним из интенсивно развивающихся современных методов оптического имиджинга относятся гиперспектральные измерения интенсивности флуоресценции и диффузного отражения, позволяющие проводить исследование содержания хромофоров и флуорофоров биологической ткани в реальном масштабе времени. Данные методы основаны на построении гиперспектральных изображений, т.е. трёхмерного массива данных (гиперкуба), который включает в себя пространственную информацию об объекте, дополненную спектральной информацией по каждой пространственной координате. В [1] приведен обзор применения гиперспектральной визуализации в медицине. Метод получил широкое распространение в области диагностики перфузионно-метаболических нарушений, таких как опухолевые заболевания, а также осложнения при сахарном диабете и атеросклерозе – болезни, как правило, сопровождающейся повышенным кровяным давлением.

При флуоресцентной визуализации (флуоресцентном имиджинге) зондирующее излучение определенной длины волны возбуждает флуоресцентные молекулы-мишени (флуорофоры), способные в ответ испускать фотоны с большей длиной волны, которые регистрируются детектором. Возможна детекция флуоресценции как от эндогенных молекул (коллаген, гемоглобин, NADP), так и от искусственно внедренных в организм флуоресцентных белков и флуорофоров. Совершенствование методов флуоресцентной визуализации происходит в трех основных направлениях: технологическое совершенствование инструментальных методов анализа, получение новых флуоресцентных меток с улучшенными характеристиками, появление новых молекулярно-биологических подходов для внедрения флуоресцентных меток в организм[2].

Одной из оценок перфузионно-метаболического статуса биологических тканей является соотношение коферментов NADH и FAD, которое можно определить по интенсивности, либо же по времени жизни их эндогенной флуоресценции. Преимущества флуоресцентной диагностики, не требующей введения в организм меток, обладающей высоким быстроедействием, хорошим контрастом биохимических особенностей ткани *in vivo*, делает этот метод одним из самых востребованных в различных областях современной медицины. В [3] приведен широкий обзор применения методов, основанных на исследовании времени жизни флуоресценции эндогенных флуорофоров. Среди болезней, для которых применяется данная диагностика, перечислены и социально-значимые заболевания: карцинома полости рта, опухоли головного мозга, другие типы онкологических патологий и атеросклеротические сердечно-сосудистые заболевания.

Спектры диффузного отражения биологической ткани претерпевают серьезные изменения во время прогрессирования заболеваний. Поэтому отраженный свет несет количественную диагностическую информацию о функциональном состоянии исследуемого биообъекта. Так, например, спектры диффузного отражения позволяют рассчитывать индекс гемоглобина, повышенное значение которого связано с высоким кровенаполнением ткани, преобладание в спектрах воды отражает отечность, снижение насыщения крови кислородом предполагает увеличение тканевого метаболизма.

Таким образом, гиперспектральные методы диффузного отражения способны обнаруживать локальные изменения в рассеивающих и поглощающих свойствах ткани на основе анализа суммарного спектра хромофоров, а флуоресцентный имиджинг может исследовать изменения в биохимическом составе ткани путем выявления уровней эндогенных флуорофоров.

В настоящее время особенно перспективными выглядят методы мультимодальной визуализации, когда в одном приборе реализовано несколько типов оптического имиджинга. Совмещение различных методов

гиперспектральной визуализации позволит проводить двумерное картирование хромофоров (гемоглобин, билирубин) и флуорофоров (NADH, FAD, коллаген), оценивать динамику карт кислородного насыщения тканей, определять патологический статус тканей. Именно эти методы могут лечь в основу разработок новых способов диагностики функционального состояния организма при социально-значимых заболеваниях.

#### **Библиографический список.**

1. Lu G., Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review // J. Biomed. Opt. 2014. Vol. 19, № 1. P. 10901.
2. Кучмий А.А., Ефимов Г.А., Недоспасов С.А. Методы молекулярной визуализации *in vivo* // Биохимия. 2012. Vol. 77. P. 1603–1620.
3. Marcu L. Fluorescence Lifetime Techniques in Medical Applications // Ann. Biomed. Eng. 2012. Vol. 40, № 2. P. 304–331.

#### **References:**

1. Lu G., Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review // J. Biomed. Opt. 2014. Vol. 19, № 1. P. 10901.
2. Kuchmiy A.A., Efimov G.A., Nedospasov S.A. Methods of molecular imaging *in vivo*. // Biochemistry. 2012. Vol. 77. P. 1603-1620.
3. Marcu L. Fluorescence Lifetime Techniques in Medical Applications // Ann. Biomed. Eng. 2012. Vol. 40, № 2. P. 304–331.

#### **УДК 611.134.4**

##### **Мошкин А.С.**

к.м.н., доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф медицинского института ФГБОУ ВО ОГУ им. И.С. Тургенева  
E-mail: moskinson@mail.ru

##### **Халилов М.А.**

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф медицинского института ФГБОУ ВО ОГУ им. И.С. Тургенев,  
Email: kafedra.anatomiiOGU@yandex.ru

##### **Алексеев А.Г.**

к.м.н., доцент кафедры анатомии,

#### **UDC 611.134.4**

##### **Moshkin A.S.**

candidate of medical sciences, associate professor, Department of anatomy, operative surgery and disaster medicine Orel State University named after I.S. Turgenev  
E-mail: moskinson@mail.ru

##### **Khalilov M.A.**

Doctor of Medical Science, Professor, Head of Department, Department of anatomy, operative surgery and disaster medicine Orel State University named after I.S. Turgenev

##### **Alekseev A.G.**

candidate of medical sciences,