

Актуальные проблемы биофотоники

А.В.Приезжев, А.Е.Луговцов, М.Ю.Кириллин, В.В.Тучин

Биофотоника возникла на стыке самых инновационных научных дисциплин прошлого столетия – фотоники, био- и нанотехнологий. Эта область научных исследований и разработок объединяет физиков, биологов, химиков, фармацевтов и врачей всех профилей, которые являются так называемыми «конечными пользователями».

Чтобы подчеркнуть важность проблемы и успешное взаимодействие исследователей в области биофотоники, отметим, что в 2014 г. Нобелевские премии были присуждены Исаму Акасаки, Хироси Аmano и Сюдзи Накамуре «за эффективные синие светодиоды, которые позволили использовать яркие и энергосберегающие источники белого света», а также Эрику Бетцигу, Уильяму Э. Мёрнеру и Штефану Хеллю «за флуоресцентную микроскопию со сверхразрешением». В 2018 г. премии получили Артур Эшкин «за оптические пинцеты и их применение в биологических системах», а также Жерар Мур и Донна Стрикленд «за генерацию высокоинтенсивных ультракоротких оптических импульсов». Все эти инновационные разработки непосредственно связаны с биофотоникой, во многом были инициированы ее потребностями и служат ее дальнейшему развитию.

В последние годы биофотоника в сочетании с методами квантовой электроники приобретает все большее значение в биологии и медицине благодаря уникальным свойствам ее методов и устройств, в том числе относительно простой конфигурации, высоким пространственному и временному разрешениям, потенциально низкой стоимости и возможности простого управления и сбора данных, а также быстрому развитию мирового рынка фотоники, который в 2018 г. оценивался в \$556.4 млрд.; ожидается, что к 2023 г. он вырастет до \$780.4 млрд. [1]. По оценкам, к 2024 г. рынок самой биофотоники достигнет \$91.31 млрд. [2]. На рынке биофотоники представлен широкий спектр изделий и технологий – от компонентов до приборов медицинской диагностики и терапии, а также многочисленные немедицинские применения, включая биометрические устройства и биосенсоры [3].

Биофотоника имеет широкие перспективы развития, поскольку оптические и особенно лазерные технологии позволяют получать изображения и воздействовать на ткани и органы человека в режиме реального времени с микронным разрешением и без использования ионизирующего излучения [4]. Только для одного сегмента рынка – систем оптической когерентной томографии (ОКТ) – рост совокупного годового показателя глобальных продаж составил около 45%. В 2015 г. рынок систем ОКТ оценивался в ~\$750 млн. в год, а совокупный доход за последние 25 лет превысил ~\$5 млрд. [5]. Быстрый рост рынка бесспорно, продолжится, т.к. технологии биофотоники становятся все более распространенными и находят клинические применения. С другой стороны, современные разработки в области фотоники широко используются в биофотонике, включая лазерные и светодиодные. С другой стороны, в биофотонике широко используются современные разработки в области фотоники, включая лазерные и светодиод-

ные источники, а также инновационные методы доставки зондов и регистрации излучения. Они могут существенно расширить возможности оптической визуализации и повысить качество лечения. Дополнительное преимущество предоставляет возможность совмещения оптических методов с другими методами визуализации и лечения.

В этом специальном выпуске «Квантовой электроники» представлены результаты научных исследований, характеризующие основные направления развития и последние достижения в области лазерной биофотоники. Отбранные работы обсуждались на двух известных международных симпозиумах, проходивших в России, которые привлекают ведущих специалистов в области биофотоники всего мира. Один из них – Международный симпозиум «Актуальные проблемы биофотоники-2019» (ТРВ-2019, 27 – 31 июля 2019 г.) [6]. Он был организован Институтом прикладной физики РАН и Приволжским исследовательским медицинским университетом как продолжение предыдущих симпозиумов ТРВ, проводимых раз в два года (с 2007 г. по 2017 г.). Другим мероприятием была 23-я Международная конференция по оптике, лазерной физике и биофотонике – Saratov Fall Meeting (SFM-19), проходившая в Саратове с 23 по 27 сентября 2019 г. [7] и организованная СГУ им. Н.Г.Чернышевского, а также рядом других университетов и учреждений РАН. В работе SFM-19 приняли участие более 500 человек из 20 стран.

В данном выпуске собраны 12 работ по актуальным проблемам биофотоники, которые представляют следующие научные и прикладные направления: методы оптического биоимиджинга и микроскопии с высоким разрешением и глубоким зондированием (H.Schneckenburger et al., D.Lighter et al., Y.Feng et al., Е.В.Потапова и др.); исследование оптических и терагерцевых свойств биотканей (Б.П.Якимов и др., А.А.Селифонов и др., С.Н.Савенков и др., Э.Кекконен и др.); нанобиофотонику (Е.А.Сагайдачная и др., С.В.Заботнов и др., В.А.Олещенко и др.) и методы лазерной фотомодификации биотканей (О.Л.Захаркина и др., А.П.Свиридов и др., О.И.Баум и др., А.В.Беликов и др.).

Редакторы выпуска приносят глубокую благодарность всем авторам и сотрудникам журнала за огромную помощь в подготовке материалов.

1. <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/photronics-market-88194993.html?gclid=CPrejKCEutICFYoQ0wodgroKbQ> (дата обращения 14.12.2019).
2. <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-biophotonics-market> (дата обращения 14.12.2019).
3. Tuchin V.V. et al., *Front. Optoelectron.*, **10** (3), 203 (2017), DOI 10.1007/s12200-017-0757-x.
4. <http://photonica.cislaser.com/data/data/dokumenty/strateg.prog.2015-2025.pdf> (дата обращения 14.12.2019).
5. Swanson E.A. *Optical Coherence Tomography: Beyond Better Clinical Care: OCT's Economic Impact*, (BioOptics World, 2016).
6. <https://tpb-nn.ru/index.html> (дата обращения: 14.12.2019).
7. <http://sfm.eventry.org/2019/>; <https://www.sgu.ru/structure/fiz/saratov-fall-meeting> (дата обращения 14.12.2019).