

ФОТОБИОЛОГИЯ В РОССИИ

© 2024 г. А.А. Цыганков*, М.М. Борисова-Мубаракшина*, Е.С. Высоцкий**,
А.Е. Соловченко***, Н.В. Суворов****, В.В. Тучин*****, *****

*Институт фундаментальных проблем биологии РАН — обособленное подразделение
ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»,
Институтская ул., 2, Пушкино Московской области, 142290, Россия

**Институт биофизики СО РАН — обособленное подразделение ФИЦ «Красноярский научный центр
Сибирского отделения РАН», Академгородок, 50/50, Красноярск, 660036, Россия

***Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1/12, Москва, 119234, Россия

****МИРЭА — Российский технологический университет, просп. Вернадского, 78, Москва, 119454, Россия

*****Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
Астраханская ул., 83, Саратов, 410012, Россия

*****Национальный исследовательский Томский государственный университет,
просп. Ленина, 36, Томск, 634050, Россия

Поступила в редакцию 07.05.2024 г.

После доработки 17.05.2024 г.

Принята к публикации 22.05.2024 г.

Фотобиология — это динамично развивающаяся область знаний и практической деятельности. Российское фотобиологическое общество содействует развитию творческой деятельности и коммуникации ученых и практиков в области фотобиологии и смежных дисциплин. В сентябре 2023 г. состоялся X Съезд Российского фотобиологического общества с конференцией «Современные проблемы фотобиологии». В статье приводятся определения фотобиологии, биофотоники, фотобиотехнологии, биолюминесценции. Описана краткая история Российского фотобиологического общества, а также обзор программы и результатов X съезда и конференции, включая резюме статей, подготовленных по материалам докладов на съезде, наиболее близких по своей тематике к биофизике.

Ключевые слова: фотобиология, биофотоника, фотобиотехнология, Российское фотобиологическое общество, съезд Российского фотобиологического общества.

DOI: 10.31857/S0006302924030234, EDN: ODEROF

Для понимания читателем, чем же занимаются фотобиологи, необходимо дать определение предмета их исследований. **Фотобиология — это область знаний и практической деятельности, изучающая излучение и поглощение биологическими системами неионизирующей радиации и разрабатывающая способы их применения.** Другими словами, фотобиология — это и дисциплина (для студентов и преподавателей), и междисциплинарное научное направление (для ученых), и межведомственная отрасль промышленности. Российское фотобиологическое общество (РФО), являясь некоммерческой организацией без образования юридического лица, объединяет всех, кому интересно взаимодействие света и биологических систем самого разного уровня организации с самых разных точек зрения. Основной целью РФО является содействие развитию творческой деятельности ученых, инженерно-технических работников, преподавателей, учащихся и других заинтересованных лиц в области фотобио-

логии и сопредельных научных дисциплин, а также распространение среди научной общественности информации о работах, посвященных фотобиологии и проводимых в России.

Российское фотобиологическое общество было организовано в г. Пушкино (Московская область) в феврале 1992 года. Первым президентом РФО был избран профессор Валентин Ильич Кефели — директор Института почвоведения и фотосинтеза Пушкинского научного центра АН СССР. К тому времени, начиная с 1967 года, на базе Института почвоведения и фотосинтеза уже регулярно проходили Пушкинские чтения по фотосинтезу, инициированные научным советом по фотосинтезу АН СССР. Пушкинские чтения были направлены на ознакомление с современным состоянием исследований фотосинтеза и применяемыми в них методами. Однако стремительное развитие биологической науки по таким межотраслевым областям, как фоторецепция, экологическая фотобиология, биофотоника, фотомедицина и др. привело к необходимости организации мероприятий с более широким охватом

Сокращения: ФСII — фотосистема II, ФСI — фотосистема I.

процессов взаимодействия света с биологическими системами и, более того, к созданию нового научного общества — РФО.

К настоящему времени было организовано и успешно проведено 10 съездов РФО [1, 2]). Первый съезд РФО был проведен в Пушкино в 1996 г., на нем новым президентом РФО был избран академик Владимир Анатольевич Шувалов — новый директор Института почвоведения и фотосинтеза. На съезде впервые обсуждались не только вопросы биохимии и биофизики фотосинтеза, фоторецепции и регуляции фотосинтеза, но и вопросы фотодинамической терапии. На втором съезде РФО, проведенном также в Пушкино в 1998 г., президентом РФО был избран профессор Александр Александрович Красновский (мл.) (Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Институт биохимии им. А.Н. Баха, Москва). Третий съезд РФО был организован в Воронеже на базе Воронежского государственного университета в 2001 г., впервые в рамках этого мероприятия была проведена первая школа для молодых ученых.

Четвертый съезд РФО, организованный Институтом оптики и биофотоники Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского в 2005 г., стал событием международного значения. Помимо 200 участников самого съезда, участниками международной школы, проведенной в его рамках для молодых ученых, стали более 500 молодых ученых из разных стран мира, таких как Армения, Беларусь, Израиль, Канада, Финляндия, Франция, Украина и США. Новым президентом был избран профессор Алексей Юрьевич Семенов (НИИ физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского при МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва).

Пятый съезд РФО прошел с нововведениями, одним из которых стала международная конференция «Преобразование световой энергии в процессе фотосинтеза». Это привело к расширению охвата научных направлений и разнообразия секций. Съезд с конференцией состоялся в 2008 г. на базе Института фундаментальных проблем биологии РАН в Пушкино. В мероприятии участвовали не только российские ученые, но и ученые из Беларуси, Германии, Швеции, Украины и США.

Начиная с шестого съезда РФО в 2011 г. местом проведения съезда с сопутствующей конференцией стал пансионат «Маяк» в поселке Шепси Краснодарского края, расположенный на побережье Черного моря.

На седьмом съезде РФО был избран новый президент общества — Анатолий Анатольевич Цыганков (Институт фундаментальных проблем биологии РАН — в настоящее время обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пушкино). Под его руководством были организованы и успешно проведены восьмой, девятый и десятый съезды РФО с конференцией «Современные проблемы фотобиологии». В этот период программа конференции по-

полнилась новыми секциями, посвященными водородной энергетике, биотопливу и экологической фотобиологии.

В настоящее время в РФО функционируют 7 региональных отделений:

- Московское отделение, председатель д.б.н. Алексей Юрьевич Семенов;

- Московское областное отделение (на базе Пушкино), председатель д.б.н. Анатолий Анатольевич Цыганков;

- Санкт-Петербургское отделение, председатель — к.б.н. Ольга Владимировна Войцеховская;

- Воронежское отделение, председатель — д.б.н., профессор Валерий Григорьевич Артюхов;

- Красноярское отделение, председатель — к.б.н. Евгений Степанович Высоцкий;

- Нижегородское отделение, председатель — к.б.н. Владимир Сергеевич Сухов;

- Саратовское отделение, председатель чл.-корр. РАН Валерий Викторович Тучин.

Помимо организации съездов, РФО принимает активное участие в других, не менее значимых, мероприятиях, включая международные конференции и семинары. Так, в 2013 г. в Институте биохимии имени А.Н. Баха РАН состоялась Международная конференция «Фотобиохимия: Проблемы и перспективы», посвященная 100-летию со дня рождения академика А.А. Красновского. Кроме того, с участием РФО в 2006 г. была организована Международная конференция «Фотосинтез в постгеномную эру: Структура и функция фотосистем» (Пушкино), в 2015 г. — Международная конференция «Первичный перенос электронов в фотосинтетических реакционных центрах» (Псков), в 2019 г. — международная конференция “Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability-2019” in honor of Kimiyuki Satoh, Tingyun Kuang, Cesare Marchetti, and Anthony Larkum (Санкт-Петербург) [3]. Отдельно стоит отметить организацию Саратовским региональным отделением ежегодной международной конференции “Saratov Fall Meeting” (<https://sfmconference.org>). Она включает международную школу для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофотонике, а также научный симпозиум по оптике и биофотонике, российско-китайский научный семинар по биофотонике и биомедицинской оптике и научный семинар стран БРИКС по биофотонике; в 2023 г. была приведена 27-я по счету конференция.

Также стоит выделить кооперацию РФО с Европейским фотобиологическим обществом (ESP). В декабре 2021 г. под патронажем ESP и РФО прошла онлайн-конференция “Green Christmas Session” на тему “Photosynthetic microorganisms for sustainability”. Виртуальным организатором конференции выступил Институт биологических систем (Institute for Biological Systems of the National Research Council (ICB-CNR), Montelibretti, Италия). Председателем конференции была д.б.н. Майя Димова Ламбрева

(Lambrevа Maya Dimova, ISB-CNR), сопредседателем — действующий на тот период вице-президент РФО, д.б.н. Мария Мансуровна Борисова. С основными докладами выступили президент ESP профессор Массимо Тротта и профессор МГУ имени М.В. Ломоносова Алексей Евгеньевич Соловченко, ведущий российский специалист в области биотехнологии микроводорослей.

С 10 по 17 сентября 2023 года состоялись десятый съезд РФО и конференция «Современные проблемы фотобиологии», которым посвящен настоящий специальный выпуск журнала «Биофизика». Конференция прошла с насыщенной научной программой. Работа съезда была посвящена подведению итогов деятельности прежнего и выборам нового центрального совета общества, включая его президента и вице-президентов. Традиционно организаторами мероприятия выступили Институт фундаментальных проблем биологии РАН и Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. На X съезде РФО был избран президент РФО — д.б.н. Мария Мансуровна Борисова, представившая свое видение развития РФО. Нововведением стало предложение о проведении региональных собраний РФО — мероприятий, организуемых региональными отделениями РФО.

Научная программа конференции была разделена на восемь секций:

1. Первичные процессы фотосинтеза;
2. Регуляция фотосинтеза;
3. Фоторецепция;
4. Фундаментальные основы фотодинамической и лазерной терапии;
5. Биофотоника молекул, наночастиц, клеток и тканей;
6. Биолуминесценция и фотоника флуоресцентных белков;
7. Фотосинтезирующие организмы как преобразователи солнечной энергии в биотоплива и ценные продукты;
8. Экологическая фотобиология.

Всего в съезде участвовало около 450 авторов со 135 докладами. Первая секция в данном выпуске журнала «Биофизика» представлена четырьмя статьями из числа 2 пленарных, 7 устных и 5 стендовых докладов, зачитанных на съезде. В работе Дегтеревой с соавт. [4] предложен комплексный подход к оценке гетерогенности фотосистемы II (ФСII), основанный на математическом анализе формы кривой индукции флуоресценции хлорофилла *a*. С использованием данных, полученных на ряде культур микроводорослей, проведена оценка соотношения реакционных центров с различным размером антенн (альфа- и бета-центров), а также определена доля активных и неактивных кислород-выделяющих комплексов. Пашенко с соавт. [5] представили результаты исследования влияния катионных антисептиков на изолированные из шпината и цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC6803 коровые

комплексы ФСII и цианобактериальные комплексы фотосистемы I (ФСI). Показано, что наибольший эффект из изученных антисептиков оказывал октенидин, и предложен механизм его действия. Петрова с соавт. [6] представили обзор последних результатов изучения фотохимического преобразования энергии в реакционных центрах ФСI из *Acaryochloris marina*, цианобактерии, у которой в ФСI находится преимущественно Хл *d*, вследствие чего спектр поглощения сдвинут в красную область на 40 нм. Рассмотрены описанные в литературе возможные механизмы компенсации энергетических потерь при использовании для фотосинтеза низкоэнергетического дальнего красного света. В обзоре Золина с соавт. [7] представлены современные представления о механизмах формирования изменений фотохимического индекса отражения в различных временных диапазонах и дана оценка перспектив использования фотохимического индекса отражения в качестве инструмента для дистанционного и проксимального мониторинга быстрых изменений состояния растений в неблагоприятных условиях.

Вторая секция представлена тремя статьями, причем на съезде было 3 пленарных, 13 устных и 13 стендовых докладов. В обзоре Ветошкиной с соавт. [8] показана важная роль пластохинона у растений в качестве антиоксиданта. Наряду с оценкой литературных данных о взаимодействии пластохинона с активными формами кислорода, выявлен факт, что в стрессовых условиях синтез пластохинона возрастает. Отдельная глава посвящена методам создания растений с повышенным содержанием пластохинона, в ней обсуждаются возможности практического применения растительного пластохинона для защиты мембранных структур от окисления. Иванов и Руденко [9] представили обзор о роли карбоангидраз хлоропластов высших С3-растений в адаптационных изменениях фотосинтетических реакций. Предложены возможные механизмы участия карбоангидраз в протекании светозависимых процессов в хлоропласте. На основании полученных результатов высказана гипотеза о взаимосвязанном функционировании карбоангидраз в хлоропластах. Попова с соавт. [10] представили результаты изучения влияния комбинации локальных факторов на показатели водного обмена при поливе и засухе. Было показано, что модифицированный индекс проводимости устьиц, измеренный тепловизором, снижался при засухе и коррелировал с водным статусом растения. Локальное действие только нагрева или только освещения не вызывало изменений этого индекса. Результаты показывают, что локальное действие комбинации нагрева и освещения вызывает стрессовые сигналы, снижающие водный обмен пшеницы.

Третья секция не представлена статьями в данном выпуске, но она включала 1 пленарный, 5 устных и 4 стендовых доклада.

Четвертая секция представлена двумя статьями, на съезде было 2 пленарных, 13 устных и 3 стендовых доклада. В работе Ноева с соавт. [11] описаны свойства вновь синтезированных управляемых светом блокаторов потенциал-зависимых натриевых каналов на основе азобензола и исследованы их местноанестетические и аритмические свойства. Обнаруженная эффективная светозависимая биологическая активность этеркаина и его производных позволяет рассматривать полученные соединения как потенциальные инструменты для управляемой светом местной анестезии, а также для неинвазивной абляции очагов аритмии в кардиологии. Бучарская с соавт. [12] продемонстрировали высокую эффективность комбинированной фотодинамической и плазмонной фототермической терапии в модели крыс с перевитыми опухолями. Через 21 сутки после такого воздействия отмечали значительное торможение роста опухолей.

Поскольку секция 5 и частично секция 6 связаны с биофотоникой (см. выше), введем определение биофотоники, которое поддерживают все авторы данной статьи. Данное определение в значительной степени основывается на определении фотоники, данном президентом Лазерной ассоциации И.Б. Ковшом [13]. **Биофотоника — это область знаний и практической деятельности, изучающая взаимодействие биологических систем со светом, излучаемым источниками, построенными на новых принципах, а также возможности использования таких источников в науках о жизни и медицине.** Другая часть сообщений, представленных на секции 6, касалась исследований биолюминесценции различных организмов и аналитических применений этого явления для нужд медицины, биотехнологии и экологии. **Биолюминесценция — это излучение света видимого спектрального диапазона живыми организмами, возникающее в результате ферментативного окисления специфического низкомолекулярного субстрата.** Это явление широко представлено в природе. Светящиеся организмы встречаются среди бактерий, грибов, простейших, кишечнополостных, червей, моллюсков, насекомых и рыб. В настоящее время насчитывается несколько тысяч биолюминесцентных видов среди представителей более чем 700 родов.

Секции 5 и 6 представлены в данном сборнике девятью статьями, причем на съезде суммарно на этих секциях было 8 пленарных, 28 устных и 8 стендовых докладов. Пузырь с соавт. [14] выявили такие уникальные особенности люминесцентного гриба *Mycena gombakensis*, как стабильность при хранении в нестерильных условиях и способность передавать воздействие ультрафиолетового излучения вглубь мицелия. Полученные данные свидетельствуют о перспективности его использования в биотехнологии и в исследованиях биофизики сложной системы базидиомицетов. Ломакина с соавт. [15] описали тест-систему на основе живых клеток *Escherichia coli* BL-21 (DE3) Codon Plus, экспрессирующих pH-резистентную термостабильную люциферазу светля-

ка *Luciola mingrelica*. С ее использованием изучена кинетика действия аминокликозидов по изменению содержания АТФ и люциферазы внутри и вне клеток. Метод перспективен при проведении быстрого первичного высокопроизводительного скрининга антибактериальных агентов и лекарственных форм. Ронжин с соавт. [16] сообщили, что добавки кофейной кислоты и обнаруженного авторами низкомолекулярного стимулятора биолюминесценции к мицелию светящегося гриба *Neonothopanus nambi* приводят к быстрому и значительному (на порядок и более) увеличению интенсивности его световой эмиссии. При этом установлено, что кофейная кислота и обнаруженный низкомолекулярный стимулятор свечения не влияют на уровень световой эмиссии люминесцентной системы *N. nambi* в присутствии НАДФН и существенным образом подавляют реакцию излучения системы, активированной НАДФН и гиспидином. Авторы считают, что в светящихся высших грибах возможно наличие разных биохимических путей генерации квантов видимого света с участием разных ферментов (или ферментных систем) и субстратов. Малышева с соавт. [17] выявляли в слюне биомаркеры физиологического состояния организма у спортсменов с анаэробной или аэробной физической нагрузкой, способные оказывать влияние на интегральный ответ бактериальной ферментативной биолюминесцентной тест-системы. Показано, что на усиление светоизлучения в биолюминесцентной биферментной реакции способны оказывать влияние такие биомаркеры слюны, как концентрация лактата и общего белка, активность каталазы, концентрация ионов кальция, калия, магния и содержание амидов группы IV. Степанова с соавт. [18] предложили использовать биолюминесцентный ферментативный биотест в качестве интегрального показателя состояния организма на примере работников ОАО «Российские железные дороги». Показано, что этот тест индивидуален, и его можно использовать только при сравнении показателей конкретного работника в норме и при стрессе. При этом условии биолюминесцентный тест можно использовать для экспресс-мониторинга состояния организма работника во время трудовой нагрузки, что важно для организации условий труда работников ОАО «РЖД», исключая аварийные ситуации. Лисица с соавт. [19] определяли относительный квантовый выход биолюминесценции люциферазной реакции в расчете на молекулу субстрата. Обнаружено, что в вязких средах с добавлением глицерина или сахарозы квантовый выход люминесценции возрастал. Анализ конформации боковой цепи alphaHis44 с помощью молекулярной динамики показал, что в вязких средах растет вероятность образования оптимальной для катализа конформации этого аминокислотного остатка, что и является причиной возрастания квантового выхода люминесценции. Рожко с соавт. [20] отметили, что торий является одним из самых распространенных фонообразующих элементов в



Рис. 1. Участники X съезда РФО и конференции «Современные проблемы фотобиологии».

природе. При изучении действия его излучения на биологические объекты и возможной роли в этом процессе гуминовых веществ в качестве модели выбрали биолюминесцентный ферментативный биотест. Обнаружено, что торий активировал интенсивность люминесценции в течение первых 50 мин, причем после этого периода наблюдалось значительное возрастание активных форм кислорода. Гуминовые вещества нейтрализовали активирующее воздействие тория на люминесценцию и снижали содержание активных форм кислорода, нейтрализуя таким образом действие тория. Летута с соавт. [21] изучали кинетику замедленной флуоресценции и фосфоресценции эритрозина во фрагментах нормальных тканей и злокачественных опухолей молочной железы. Показано, что кинетика замедленной флуоресценции формировалась как суперпозиция сигналов термоактивированной люминесценции и свечения вследствие синглет-триплетной аннигиляции возбужденного эритрозина и синглетного кислорода. Установлена корреляция параметров замедленной флуоресценции и характеристик опухолей, что может быть использовано в оптической экспресс-диагностике тканей.

Андреева с соавт. [22] изучали влияние генистеина, вторичного метаболита растений из группы изофлавонов, на структуру хроматина. Было установлено, что генистеин не влиял на структуру нуклеосом в коровой области, но при этом в высокой концентрации был способен сближать линкерные участки ДНК между собой. При высокой концентрации генистеин затрудняет образование комплексов нуклеосом с PARP1, но не вызывает диссоциации линкерного гистона H1.0.

Секция 7 не представлена статьями в данном выпуске, хотя на съезде было 2 пленарных и 8 устных докладов. Следует отметить, что эта секция во многом была представлена докладами с фотобиотехно-

логической направленностью. **Фотобиотехнология — это пограничная между биологией и техникой отрасль науки и сфера практики, посвященная использованию фотобиологических процессов и систем в различных отраслях деятельности человека.** Поэтому она является составной частью фотобиологии.

Восьмая секция представлена четырьмя статьями в данном выпуске, причем на съезде было 2 пленарных, 8 устных и 2 стендовых докладов. Волгушева с соавт. [23] изучали действие кадмия на фотосинтез микроводоросли *Chlamydomonas reinhardtii* путем анализа ОЖР кривых индивидуальных клеток. Обнаружено, что адаптация первичных реакций фотосинтеза микроводорослей к действию кадмия сопровождалась появлением в культуре двух фракций клеток. Клетки первой фракции сохраняли умеренную активность ФСII за счет уменьшения размера антенны ФСII, в то время как клетки второй фракции обладали низкой фотохимической активностью ФСII, сохраняя размер антенны близкий к размеру в контрольных клетках. Лабунская с соавт. [24] изучали спектральный состав света на разных глубинах водоемов и пигментный состав обитающих на этих глубинах фотосинтезирующих микроорганизмов. В мезомиктических водоемах фотическая зона была ограничена окрашенной прослойкой воды с массовым развитием фототрофных микроорганизмов. Их пигментный состав хорошо согласуется со спектральным составом проходящего света. Эти и другие данные свидетельствуют, что спектральный диапазон может служить селективным фактором, определяющим состав сообщества фототрофов со структурно различными антеннами, но схожими спектрами поглощения света. Никулина с соавт. [25] изучали воздействие таких факторов, как pH, температура и облучение длинноволновым ультрафиолетом ($\lambda = 366$ нм) на характеристики препарата фага RB49, содержащего

трансдуцирующие частицы с плазмидной ДНК pTurboGFP-B и вирулентные частицы с собственной ДНК. Авторы предполагают, что трансдуцирующие частицы фага RB49 могут быть более устойчивы к действию длинноволнового ультрафиолетового излучения и воздействию низких температур, чем вирулентные. Схожие процессы могут происходить и в хорошо освещенных водоемах, в том числе холодных, в которых могут встречаться фаги, родственные RB49. Саковина с соавт. [26] представили обзор литературных данных в области создания фоточувствительных направляющих РНК и их использования в системах редактирования генома CRISPR. На основе литературных данных авторы полагают, что создание CRISPR/CAS с повышенным временем жизни в клетках, высокой эффективностью и специфичностью действия, а также возможностью регуляции активности, в частности светом, является актуальным направлением в области геномного редактирования.

К сожалению, не все российские исследователи, работающие в области фотобиологии, присоединились к РФО. Тем не менее, X съезд РФО с конференцией «Современные проблемы фотобиологии» стали важным этапом, подводящим итоги двухлетних исследований фотобиологов. На этой встрече ученые смогли обменяться не только результатами исследований, но и мнениями по актуальным вопросам фотобиологии, а также наметить способы объединения для проведения совместных исследований. Коллективный снимок участников съезда представлен на рис. 1.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Настоящая работа не содержит описания собственных исследований с использованием людей и животных в качестве объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koppel L. A. and Krasnovsky Jr. A. A. Thirty years of the Russian Society for photobiology (1992 to 2022). *Biophys. Rev.*, **14** (4), 751–753 (2022). DOI: 10.1007/s12551-022-00987-x
2. X Съезд Российского фотобиологического общества. Конференция «Современные проблемы фотобиологии». Материалы съезда (ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пушкино, 2023).
3. 10th International Conference “Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability-2019” in honor of Kimiyuki Satoh, Tingyun Kuang, Cesare Marchetti, and Anthony Larkum Eds. Suleyman Allakhverdiev, Ilya Naydov (Saint Petersburg, Russia, 2019).
4. Дегтерева Н. С., Плюснина Т. Ю., Хрушев С. С., Червицов Р. Н., Воронова Е. Н., Антал Т. К., Ризниченко Г. Ю. и Рубин А. Б. Оценка гетерогенности антенны и активности кислород-выделяющего комплекса фотосистемы II методами математического анализа. *Биофизика*, **69** (3), 486–497 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030072
5. Пашенко В. З., Лукашев Е. П., Мамедов М. Д., Гвоздев Д. А., Корватовский Б. Н., Нокс П. П. и Страховская М. Г. Влияние катионных антисептиков на спектральные характеристики и транспорт электрона в изолированных фотосинтетических комплексах фотосистем I и II. *Биофизика*, **69** (3), 515–526 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030098
6. Петрова А. А., Casazza A. P., Santabarbara S. и Черепанов Д. А. Фотохимическое преобразование энергии дальнего красного света в реакционных центрах фотосистемы I из цианобактерии *Acaryochloris marina*. *Биофизика*, **69** (3), 498–514 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030084
7. Золин Ю. А., Сухова Е. М. и Сухов В. С. Измерения фотохимического индекса отражения как инструмент дистанционного мониторинга фотосинтетических параметров растений. *Биофизика*, **69** (3), 603–614 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030169
8. Ветошкина Д. В., Николаев А. А. и Борисова-Мубаракшина М. М. Антиоксидантные свойства растительного пластохинона *in vivo* и *in vitro*. *Биофизика*, **69** (3), 527–543 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030108
9. Иванов Б. Н. и Руденко Н. Н. Участие карбоангидраз хлоропластов высших С3 растений в адаптационных изменениях фотосинтетических реакций. *Биофизика*, **69** (3), 466–477 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030055
10. Попова А. Ю., Золин Ю. А., Сухов В. С., Сухова Е. М. и Юдина Л. М. Влияние комбинации локального умеренного нагрева и освещения на показатели водного обмена интактных частей пшеницы, измеренные тепловизионным методом. *Биофизика*, **69** (3), 615–626 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030171
11. Ноев А. Н., Коваленко С. Г., Гатаулина Э. Д., Турчанинова Е. А., Джабраилов В. Д., Аитова А. А., Лихобабина Д. А., Сутемьева Ж. А., Фролова Ш. Р., Руппель Л. Э., Минаков Д. А., Суворов Н. В., Островерхов П. В., Васильев Ю. Л., Николаев М. В., Цвеляя В. А., Агладзе К. И. и Грин М. А. Блокаторы потенциал-зависимых натриевых каналов на основе азобензола с управляемой светом местной анестетической и антиаритмической активностью. *Биофизика*, **69** (3), 574–593 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030144
12. Бучарская А. Б., Наволокин Н. А., Мудрак Д. А., Маслякова Г. Н., Хлебцов Б. Н., Хлебцов Н. Г., Генин В. Д., Генина Э. А. и Тучин В. В. Комбинированная фотодинамическая и плазменная фототерапевтическая терапия в модели крыс с перевитыми опухолями. *Биофизика*, **69** (3), 656–663 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030205
13. Ковш И. Б. Что такое фотоника? *Лазер-Информ*, **11–12**, 674–675, (2020).
14. Пузырь А. П., Посохина Е. Д., Тимофеев А. А., Буров А. Е., Медведева С. Е. и Павлов И. Н. Уникальные особенности люминесцентного гриба *Muscena gombakensis*. *Биофизика*, **69** (3), 594–602 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030154

15. Ломакина Г. Ю., Каминская С. С. и Угарова Н. Н. Биoluminesцентная система люциферазы светляков для изучения кинетики действия гентамицина на живые клетки *E. coli*. *Биофизика*, **69** (3), 565–573 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030138
16. Ронжин Н. О., Посохина Е. Д., Ле В. М., Могильная О. А., Захарова Ю. В., Сухих А. С. и Бондарь В. С. Эффекты кофейной кислоты, гицидина и обнаруженного стимулирующего компонента на свечение мицелия и люминесцентной системы базидиомицета *Neonothopanus nambi*. *Биофизика*, **69** (3), 557–564 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030128
17. Малышева В. В., Степанова Л. В., Вышедко А. М., Бельская Л. В., Сарф Е. А., Халжанова З., Коленчукова О. А. и Кратасюк В. А. Влияние состава слюны на интегральный биoluminesцентный показатель ферментативного биотеста при интенсивных физических нагрузках организма. *Биофизика*, **69** (3), 664–673 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030215
18. Степанова Л. В., Коленчукова О. А., Жукова Г. В., Сутормин О. С. и Кратасюк В. А. Применение биoluminesцентного ферментативного биотеста для анализа слюны работников железнодорожного транспорта в мониторинге функционального состояния организма в условиях трудовой деятельности. *Биофизика*, **69** (3), 674–683 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030224
19. Лисица А. Е., Суковатый Л. А., Кратасюк В. А. и Немцева Е. В. Влияние вязких сред на квантовый выход биoluminesценции в реакции, катализируемой бактериальной люциферазой. *Биофизика*, **69** (3), 455–465 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030047
20. Рожко Т. В., Колесник О. В., Сачкова А. С., Романова Н. Ю., Стом Д. И. и Кудряшева Н. С. Воздействие тория-232 на биoluminesцентную ферментативную систему и радиопротекторная активность гуминовых веществ. *Биофизика*, **69** (3), 444–454 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030034
21. Летута С. Н., Ишемгулов А. Т. и Сенчукова М. А. Кинетика длительной люминесценции эритрозина в тканях молочной железы *in vitro*. *Биофизика*, **69** (3), 647–655 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030191
22. Андреева Т. В., Ефременко А. В., Феофанов А. В., Любительев А. В., Коровина А. Н., Студитский В. М., Малюченко Н. В. Влияние генистеина на структуру нуклеосом и образование комплексов с PARP1. *Биофизика*, **69** (3), 432–443 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030024
23. Волгушева А. А., Конюхов И. В. и Антал Т. К. Адаптация первичных реакций фотосинтеза в клетках *Chlamydomonas reinhardtii* к действию кадмия: анализ гетерогенности популяции. *Биофизика*, **69** (3), 478–485 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030063
24. Лабунская Е. А., Воронов Д. А., Лобышев В. И. и Краснова Е. Д. Подводные измерения спектров проходящего света в стратифицированных водоемах Беломорского побережья как ключ к пониманию пигментного состава фототрофов в зоне хемоклина. *Биофизика*, **69** (3), 627–646 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030188
25. Никулина А. Н., Никулин Н. А. и Зимин А. А. Исследование влияния физико-химических факторов на частоту трансдукции плазмид бактериофагом RB49. *Биофизика*, **69** (3), 544–556 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030117
26. Саковина Л. В., Горленко Е. С. и Новопашина Д. С. Фоторегулируемые на уровне направляющей РНК системы CRISPR/Cas9. *Биофизика*, **69** (3), 421–431 (2024). DOI: 10.31857/S0006302924030012

Photobiology in Russia

A.A. Tsygankov*, M.M. Borisova-Mubarakshina*, E.S. Vysotsky, A.E. Solovchenko***, N.V. Suvorov****, and V.V. Tuchin*******

*Institute of Basic Biological Problems, Russian Academy of Sciences, Institutskaya ul. 2, Pushchino, Moscow Region, 142290 Russia

**Institute of Biophysics SB RAS, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Akademgorodok, 50/50, Krasnoyarsk, 660036 Russia

***Department of Biology, Lomonosov Moscow State University, Leninskiye gory 1/12, Moscow, 119234 Russia

****MIREA – Russian Technological University, prosp. Vernadskogo 78, Moscow, 119454 Russia

*****Saratov State University, Astrakhanskaya ul. 83, Saratov, 410012 Russia

*****Tomsk State University, prosp. Lenina 36, Tomsk, 634050 Russia

Photobiology is a dynamically developing field of knowledge and practical activity. The Russian Photobiological Society promotes the development of creative activity and communication of scientists and practitioners in the field of photobiology and related disciplines. In September 2023, the X Congress of the Russian Photobiological Society took place. The article provides definitions of photobiology, biophotonics, photobiotechnology, and bioluminescence. A brief history of the Russian Photobiological Society is described, as well as an overview of the program and results of the X Congress, including a summary of articles prepared based on the materials of reports at the Congress, the topics closest to biophysics.

Keywords: photobiology, biophotonics, photobiotechnology, Russian Photobiological Society, Congress of the Russian Photobiological Society