О редакторе тематического блока члене-корреспонденте РАН профессоре РАН Александре Олеговиче Терентьеве

- *Директор Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук*
- *Директор Высшего химического колледжа РАН*
- *Член Научного совета РАН по проблемам защиты и развития конкуренции*
- *Член Экспертного совета по управлению в области высшего образования и науки Государственной Думы Российской Федерации*
- *Член Секции органической химии при научном совете РАН по органической химии*
- *Член Экспертного совета по химии Российского научного фонда*
- *Член Экспертной комиссии по присуждению медали РАН для молодых ученых*
- *Заместитель главного редактора журнала «Известия Академии наук. Серия химическая»*

- *Director of the N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry of the Russian Academy of Sciences*
- *Director of the RAS Higher Chemical College*
- *Member of the RAS Scientific Council on Problems of Protection and Development of Competition*
- *Member of the Expert Council for Management in the Field of Higher Education and Science of the State Duma of the Russian Federation*
- *Member of the Section of Organic Chemistry at the RAS Scientific Council on Organic Chemistry*
- *Member of the Expert Council on Chemistry of the Russian Science Foundation*
- *Member of the Expert Commission for Awarding the RAS Medal for Young Scientists*
- *Deputy Editor-in-Chief of the RAS journal "Russian Chemical Bulletin"*

Александр Олегович Терентьев – крупный специалист в области органической, технической и агрохимии, хорошо известный как в России, так и за рубежом.

А.О. Терентьев родился в 1973 г. в Москве, в 1996 г. окончил Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. С момента окончания вуза работает в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского, где в 2000 г. защитил кандидатскую, а в 2009 г. – докторскую диссертацию по органической химии, которая была посвящена синтезу и превращениям органических пероксидов. С 2015 г. А.О. Терентьев руководит Лабораторией исследования гомолитических реакций ИОХ РАН. В 2016 г. ему было присвоено почетное ученое звание профессора РАН. В том же году он был избран членом-корреспондентом РАН по Отделению химии и наук о материалах. С 2019 г. А.О. Терентьев – директор ВХК РАН. 19 апреля 2024 г. он был назначен директором ИОХ РАН.

А.О. Терентьевым создано новое направление в химии органических пероксидов. Были предложены методы применения пероксида водорода в органическом синтезе в качестве структурного реагента, а также в процессах галогенирования без использования элементных галогенов. В настоящее время он активно развивает направление по новым атом-экономным реакциям окислительного сочетания с образованием связей «углерод - углерод» и «углерод - гетероатом», ведутся исследования по поиску новых превращений в условиях электросинтеза и фоторедокс-катализа. Разработаны эффективные электрохимические способы синтеза важных промышленных продуктов: кетопантолактона и тетраметилтиурамдисульфида. Были предложены методы электрохимической генерации O- и S-центрированных радикалов с последующей функционализацией широкого ряда ненасыщенных соединений с их участием. Были получены циклические пероксиды, тиоцианаты и нитросоединения с высокой фунгицидной активностью для обработки посевного материала пшеницы и гороха с целью повышения урожайности. Многолетние полевые испытания циклических органических пероксидов показали их эффективность и безопасность. Особенностью полученных веществ с фунгицидной активностью является их малостадийный синтез на основе доступных соединений.

А.О. Терентьевым опубликовано более 300 статей в ведущих отечественных и международных журналах. Он также уделяет большое внимание подготовке научных кадров. Под его непосредственным руководством защищено 19 кандидатских диссертаций.

About the Editor of the Themed Section RAS Corresponding Member, RAS Professor Alexander Olegovich Terent'ev

Alexander Olegovich Terent'ev is an expert in the field of organic, technical, and agrochemistry, well known both in Russia and abroad.

A.O. Terent'ev was born in 1973 in Moscow; in 1996 he graduated from the Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Since graduating from university, he has been working at the Zelinsky Institute of Organic Chemistry, where in 2000 he defended his PhD Thesis and in 2009 he became Doctor of Science in Organic Chemistry. His thesis was devoted to the synthesis and transformations of organic peroxides. Since 2015, A.O. Terent'ev is a head the Laboratory of Homolytic Reactions of the Zelinsky Institute. In 2016, he became Professor of the Russian Academy of Sciences. In the same year, he was elected Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences in the Division of Chemistry and Materials Sciences. Since 2019, A.O. Terent'ev is the Director of the Higher Chemical College of the Russian Academy of Sciences. On the 19th of April 2024, he was appointed Director of the Zelinsky Institute of Organic Chemistry.

A.O. Terent'ev created a new direction in the chemistry of organic peroxides. Methods have been proposed for the use of hydrogen peroxide in organic synthesis as a structural reagent, as well as in halogenation processes without the use of elemental halogens. Currently, he is actively developing new atom-efficient oxidative coupling reactions with the formation of carbon-carbon and carbon-heteroatom bonds and is studying new transformations with the use of electrosynthesis and photoredox catalysis. Efficient electrochemical methods for the synthesis of important industrial products, such as ke-

topantolactone and tetramethylthiuram disulfide, have been developed. Approaches for the electrochemical generation of O- and S-centered radicals with subsequent functionalization of a wide range of unsaturated compounds with their participation have been proposed. Cyclic peroxides, thiocyanates and nitrocompounds with high fungicidal activity were obtained for treating wheat and pea seed to increase their yield. Many years of field testing of cyclic organic peroxides have shown their effectiveness and safety. A feature of the obtained substances with fungicidal activity is their low-step synthesis based on available compounds.

A.O. Terent'ev has published more than 300 articles in leading Russian and international journals. He also pays great attention to the mentorship. Under his supervision, 19 PhD Theses were defended.

Аннотация к тематическому блоку

А.О. Терентьев

Успешно завершившийся конкурс РФФИ был посвящен фундаментальным основам органической электрохимии. Это комплексное понятие включает несколько различных явлений: воздействие электрического тока на химическое вещество с целью разрыва и образования новых химических связей, генерацию электрического тока за счет химических превращений и создание материалов, управляемых воздействием электрическим током. Органическая электрохимия на сегодняшний день является одним из ключевых и «зеленых» методов получения новых химических соединений и функциональных материалов. Новый виток развития электрохимических методов, связанных с органическими соединениями, обусловлен взаимодействием и объединением фундаментальных достижений в смежных областях, таких как органическая химия, химия процессов электронного переноса, фотохимия, солнечная энергетика и технологическое развитие электронной компонентной базы.

Органическая электрохимия составляет фундамент современных исследований в актуальной области редокс–активных (активных в окислительно-восстановительных процессах) органических и элементоорганических компонентов для устройств хранения и преобразования энергии. Сегодня мировым трендом является разработка и тестирование органических батарей на основе редокс–активных органических и элементоорганических электродных материалов, электрохромных соединений, солнечных ячеек, сенсибилизированных органическими красителями. Это определяет потребность в фундаментальных исследованиях редокс–активных органических и элементоорганических соединений для понимания механизмов процессов в функциональных компонентах устройств, связанных с хранением и преобразованием энергии и процессов сборки молекулярных органических и элементоорганических структур высокой размерности с использованием электрического тока.

Всё возрастающее внимание привлекают органические и элементоорганические молекулярные, олигомерные и полимерные материалы, способные к механическому отклику и управлению с участием электрического тока. Фундаментальные основы редокс-инициируемых внутримолекулярных движений, запускаемых процессами димеризации и активации функциональных фрагментов больших молекул, электронного переноса в соединениях со смешанновалентным состоянием необходимо детально изучать с целью создания молекулярных переключателей, молекулярных шаттлов, сенсоров и механически активных молекулярных структур.

Органический электросинтез представляет собой уникальный инструмент для получения химических соединений с полезными свойствами: биологически активных веществ, важных полупродуктов органического синтеза и полимерных материалов. Электросинтез относится к ключевым методам «зеленой химии», поскольку электрический ток заменяет в нем материальные окислители и восстановители. «Реакционная способность» электрического тока может быть тонко настроена природой электродов, электролита, растворителя, конструкцией ячейки, а также режимом электролиза. В настоящее время с использованием электрохимических методов производятся важнейшие промышленные продукты: адипонитрил, ацетоин, антрахинон и многие другие. Развитие органического электросинтеза на качественно новом уровне базируется на понимании фундаментальных основ электрохимических превращений органических и элементоорганических соединений, а также закономерностей их регио-, стерео- и

хемоселективных электрохимических трансформаций.

Органические светодиоды (OLED) привлекают большое внимание во всём мире как передовой способ технологии отображения информации. OLED — это устройства преобразования энергии (электричество – в свет), основанные на электролюминесценции. Способность к самоизлучению, прозрачность, истинный темный тон и возможность изготовления гибкими – вот некоторые из особенностей OLED-дисплеев, которые обеспечивают превосходную производительность по сравнению с жидкокристаллическими аналогами. В настоящее время активно ведутся исследования, направленные на увеличение эффективности и улучшение светового потока устройств OLED. На сегодняшний день особо бурно развиваются сенсибилизированные красителем солнечные ячейки. Как правило, она состоит из йодсодержащего электролита и двух электродов, один из которых представляет собой высокопористый диоксид титана, обработанный органическим красителем и нанесенный на прозрачную электропроводящую подложку. Именно структура органического красителя является одним из главных факторов, определяющих фотовольтаическую эффективность солнечной ячейки.

Электрохимические сенсоры обеспечивают недорогое и удобное решение для обнаружения различных аналитов и широко используются в сельском хозяйстве, пищевой и нефтяной промышленности, а также в экологии и биомедицине. Популярность электрохимического зондирования обусловлена двумя основными преимуществами: изменчивостью сообщаемых сигналов, таких как напряжение, ток, общая выходная мощность или электрохимическое сопротивление, и низкими теоретическими пределами обнаружения, которые возникают из-за различий в фарадеевских и нефарадеевских токах. Чувствительность, селективность и низкое время обработки сигнала делают электрохимический метод одним из наиболее перспективных в аналитической химии.

Предмет органической электрохимии, которую, несомненно, можно причислить к одной из важнейших задач современного научно-технологического развития, стал основой конкурсной программы РФФИ по финансированию междисциплинарных фундаментальных научных исследований. Перспективные научные результаты, полученные в рамках выполнения проектов, прошедших конкурсный отбор, представлены в виде статей, вошедших в настоящий выпуск журнала «Вестник РФФИ». Здесь представлены материалы, посвященные инновационным методам электроорганического синтеза, химии азотсодержащих гетероциклов и кремнийорганических соединений, созданию высокоэффективных катализаторов олигомеризации, новым электромедиаторам окисления, координационным свойствам производных фенолов, перспективным материалам для создания органических светодиодов.

В заключение хотелось бы отметить положительный опыт реализации междисциплинарного конкурса по направлению «Органическая электрохимия». В результате выполнения всех проектов были получены крайне интересные результаты высочайшего научного уровня, заслуживающие дальнейшего развития как с фундаментальной, так и с практической точки зрения.

Abstract of the Themed Section

A.O. Terent'ev

The successfully completed Russian Foundation for Basic Research competition was devoted to the fundamental principles of organic electrochemistry. This complex concept includes several different phenomena: the effect of electric current on a chemical substance in order to break and form new chemical bonds, the generation of electric current due to chemical transformations and the development of materials controlled by electric current. Organic electrochemistry is currently one of the key and green methods for obtaining new chemical compounds and materials. A new round of development of electrochemical methods associated with organic compounds is due to the interaction and unification of fundamental achievements in related fields, such as organic chemistry, chemistry of electron transfer, photochemistry, solar energy and technological development of the electronic component base.

Organic electrochemistry is the foundation of modern research in the field of redox-active (active in reduction-oxidation processes) organic and organoelement components for energy

storage and conversion devices. Today, the global trend is the development and testing of organic batteries based on redox-active organic and organoelement electrode materials, electrochromic compounds, solar cells sensitized with organic dyes. This determines the need for fundamental research into redox-active organic and organoelement compounds to understand the mechanisms of processes in the functional components of devices associated with the storage and conversion of energy and the assembling high-dimensional molecular organic and organoelement structures using electric current.

Organic and organoelement molecular, oligomeric and polymeric materials capable of mechanical response and control with the participation of electric current are attracting increasing attention. The fundamental principles of redox-initiated intramolecular movements triggered by dimerization and activation of functional fragments of large molecules, electron transfer in compounds with a mixed-valence state should be studied in detail in order to create molecular switches, molecular shuttles, sensors, and mechanically active molecular structures.

Organic electrosynthesis is a unique tool for obtaining chemical compounds with useful properties: biologically active substances, important intermediates of organic synthesis and polymeric materials. Electrosynthesis is one of the key methods of green chemistry, since electric current replaces material oxidants and reductants. The "reactivity" of electric current can be finely tuned by the nature of the electrodes, electrolyte, solvent, cell design, and electrolysis mode. Currently, several important industrial products are produced using electrochemical methods: adiponitrile, acetoin, anthraquinone, etc. The development of organic electrosynthesis at a qualitatively new level is based on understanding the fundamental principles of electrochemical transformations of organic and organoelement compounds, as well as the trends in their regio-, stereo- and chemoselectivity.

Organic light-emitting diodes (OLEDs) have attracted much attention worldwide as an advanced display technology. OLEDs are energy-conversion devices (electricity to light) based on electroluminescence. Self-emitting ability, transparency, true dark tone, and flexibility are some of the features of OLED displays that provide superior performance compared to liquid crystal counterparts. Research is currently underway to increase the efficiency and improve the luminous flux of OLED devices. Dye-sensitized solar cells are currently developing particularly rapidly. As a rule, it consists of an iodine-containing electrolyte and two electrodes, one of which is highly porous titanium dioxide treated with an organic dye and applied to a transparent conductive substrate. The structure of the organic dye is one of the main factors determining the photovoltaic efficiency of the solar cell.

Electrochemical sensors provide an inexpensive and convenient solution for detecting various analytes and are widely used in agriculture, food and oil industries, as well as in ecology and biomedicine. The popularity of electrochemical sensing is due to two main advantages: the variability of the reported signals, such as voltage, current, total output power or electrochemical resistance, and low theoretical detection limits, which arise from the differences in Faradaic and non-Faradaic currents. Sensitivity, selectivity, and low signal processing time make the electrochemical method one of the most promising in analytical chemistry.

The subject of organic electrochemistry, which can undoubtedly be considered one of the most important tasks of modern scientific and technological development, became the basis of the RFBR competitive program for funding interdisciplinary fundamental scientific research. Promising scientific results obtained within the framework of the projects that passed the competitive selection are presented in the form of articles included in this issue of the *RFBR Journal*. Here are presented materials devoted to innovative methods of electroorganic synthesis, chemistry of nitrogen-containing heterocycles and organosilicon compounds, creation of highly effective oligomerization catalysts, new electromediators of oxidation, coordination properties of phenol derivatives, promising materials for organic light-emitting diodes.

In conclusion, I would like to note the positive experience of implementing the interdisciplinary competition in the direction of Organic Electrochemistry. As a result of the implementation of all projects, extremely interesting results of the highest scientific level were obtained, deserving further development from both a fundamental and practical point of view.