



Форма направления сведений о начинаемой научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работе гражданского назначения

Номер государственного учета научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работы гражданского назначения (далее - НИОКТР)

Дата направления сведений о начинаемой НИОКТР

122040800265-0

08.04.2022

Наименование НИОКТР

"Механизмы химических реакций, строение и свойства органических соединений, интермедиатов, полимеров и биополимеров"

Код (шифр) научной темы, присвоенной учредителем (организацией)

FWUE-2022-0012

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации¹, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, № 28, ст. 4168; 2015, № 51, ст. 7313) (далее соответственно - Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899 и перечень)

Науки о жизни

Критические технологии Российской Федерации² согласно перечню, утвержденному Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899

Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов

Приоритетные направления Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации³, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2016, № 49, ст. 6887)

а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

в) переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных);

Научный задел

Ранее мы уже занимались исследованием реакций бромирования органических соединений. По результатам этих исследований опубликованы статьи Journal of computational chemistry, 2016, 37, 210 и Org. Biomol. Chem., 2019, 17, 3781. Было положено начало разработке кластерного механизма бромирования, был получен опыт



квантово-химических расчетов объектов, представляющих собой нежесткие супрамолекулярные системы с большим количеством стационарных точек на ППЭ. Управление кинетикой гомолиза алкоксиаминов посредством их комплексообразования с солями металлов являлось дальнейшим развитием идеи деполяризации связи C-ON для облегчения реакции. В статье *Inorganic Chemistry Frontiers*, 2016, 3, 1464 было исследовано комплексообразование алкоксиаминов с гексафторацетилацетонатом меди (II). При этом наблюдали увеличение константы скорости гомолиза до 21 раза по сравнению с несвязанным алкоксиамином. С другой стороны, комплексообразование к нитроксильному фрагменту замедляет реакцию, что было показано в работе в *Inorganic Chemistry Communications*, 2018, 91, 5-7. Разработан принципиально новый подход к активации алкоксиаминов на основе 3-имидазолин-3-оксид-1-оксила – 1,3-диполярное циклоприсоединение к мономеру – см. *Chemical communications*, 2019, 55, 190. Суть подхода заключается в ускорении гомолиза алкоксиамина за счет присоединения мономера к его нитроксильной части, представляющей собой альдонитрон, которая при этом становится менее электроотрицательной. Данная реакция исследовалась для ряда мономеров, уменьшение активационного барьера составляло до 13 кДж/моль. Выполнен большой цикл работ по применению метода импульсной дипольной ЭПР спектроскопии для исследования структуры комплексов биомолекул (рисобонных комплексов с матричными и транспортными РНК, протеинов с нуклеиновыми кислотами). Разработаны новые подходы, например, впервые показано, что можно проводить измерения в нанометровом диапазоне при физиологических температурах методом импульсного ЭПР с использованием триарилметильных радикалов. Использование фотохимических спиновых меток на основе фуллеренов позволило достигнуть рекордной чувствительности при измерении нанометровых расстояний. Коллектив имеет большой опыт в ЭПР и ЯМР спектроскопии, который будет использован при решении задач проекта. За последние годы методом ЭПР спектроскопии были изучены большой ряд стабильных радикалов, бирадикалов, которые могут быть использованы в качестве спиновых меток, спиновых зондов и строительных блоков в молекулярных магнетиках. Направления исследований в 2021 году включали 1. Квантово-химические расчеты для интерпретации экспериментальных данных и/или прогнозирования реакционной способности новых, экспериментально не исследованных частиц, построение и визуализация сложных энергетических диаграмм. 2. Развитие теории и экспериментальных методов применения спиновых меток для изучения структуры и функций биомолекул. 3. Изучение структуры, свойств и реакционной способности стабильных радикалов. 4. Применение методов магнитной радиоспектроскопии для исследования структуры и превращений органических, элементарноорганических и координационных соединений. 5. Развитие теоретических представлений о строении ненасыщенных карбокатионов винильного типа. Важнейший результат этапа 2021 г. Нами был разработан новый подход к активации алкоксиаминов - инициаторов радикальной полимеризации, контролируемой нитроксильными радикалами. Найдено, что фотохимическое превращение алкоксиаминов на основе 2,2,5,5-тетраметил-Зоксид-1-оксила, в ходе которого реализуется перегруппировка кето-нитрон-оксазиридин. Квантово-химические расчеты предсказывают уменьшение константы скорости для фотоактивированных алкоксиаминов в зависимости от кето-нитронного заместителя. Предложенная нами идея фотоактивации может быть реализована на практике для получения полимеров методом радикальной контролируемой полимеризации с использованием фотоактивированных алкоксиаминов. 1. Квантовохимическое моделирование ионизации этиленкарбоната показало, что экспериментально наблюдаемые последствия высокоэнергетического воздействия на это вещество обусловлены удалением электрона не с изолированной молекулы, как это считалось до сих пор, а с молекулярного димера. Следовательно, общепринятая концепция первичных ионизационных событий требует пересмотра в случае полярных апротонных жидкостей, молекулы которых имеют тенденцию к ассоциации. 2. Закономерности восстановительного дефторирования перфторированных ксилолов под действием Zn(Cu)-DMF-H₂O обусловлены особенностями фрагментации их AP. Исход конкуренции между разрываемыми связями C-F определяется соотношением соответствующих энергетических барьеров. 3. Влияние диенофильной структуры на реакционную способность при циклоприсоединении исследовано методами квантовой химии на примере реакций Дильса-Альдера 1,1-дифторнафталина-2(1H)-онов с циклопентадиеном; продемонстрирована хорошая корреляция между экспериментальными относительными скоростями реакции и теоретически рассчитанными барьерами реакции. 4. Систематически изучена серия нитроксильных радикалов с различными заместителями вокруг электронного спина, для количественной оценки вклада вращательной динамики радикала в эту внутрисферную динамику. Показано, что основным параметром влияющим на величину ДПЯ, является время корреляции вращения радикала. 5. Проведены тестовые измерения расстояний на модельных спин-меченных белках методом импульсной дипольной ЭПР спектроскопии. Разработаны методики проведения измерений в рамках исследования структуры белков, меченных нитроксильными радикалами методами двойного электронно-электронного резонанса (DEER или PELDOR) и предложены рекомендации о том, проведение экспериментов. 6. Исследование структурных особенностей железосодержащих нанобиокмозитов (с массовой долей железа от 0.5 до 5%) на основе полисахарида арабиногалактана показало, что средние размеры микрокристаллитов металлооксидной фазы варьируются в интервале 4-10 нм (данные ПЭМ) со средним диаметром 8±1 нм (РФА). Изучены магнитные свойства наночастиц Fe₃O₄, стабилизированных матрицей полисахарида, для биомедицинских приложений в МРТ и лечении железодефицитной анемии. 7. Установлен механизм необратимой деградации алкоксиаминов при высокой температуре. Показано, что перегруппировка является основным маршрутом необратимой деградации исследуемых алкоксиаминов при высокой температуре, в кислой среде. 8. Разработан новый подход к активации алкоксиаминов - инициаторов контролируемой радикальной полимеризации. 9. Впервые получены соли нестабилизированных винильных карбокатионов с карборановыми анионами CHB11Cl11- и CHB11F11-, которые оказались устойчивыми при комнатной и повышенных температурах (до 150 °C). 1. I.V. Beregovaya, I.S. Tretyakova, V.I. Borovkov, An Updated View of Primary Ionization Processes in Polar Liquids // *Journal of Physical Chemistry Letters*, 2021, 12, 47, 11573-11577 (doi: 10.1021/acs.jpcclett.1c03388, Q1) 2. Ok. Ton. Dyan, R. V. Andreev, P. A. Zaikin, Substituents Effects in the Diels-Alder Reaction of 1,1-Difluoronaphthalen-2(1H)-ones with Cyclopentadiene // *Journal of Fluorine Chemistry*, 2021, V. 250, 109859 (doi: 10.1016/j.fluchem.2021.109859) 3. A. Yu. Vorob'ev, G. I. Borodkin, B. V. Andreev, V. G. Shubin, 1,3-Dipolar cycloaddition of cyanopyridines to heterocyclic N-imines: experimental and



10.1016/j.juchem.2021.109899) 3. A.Yu. Vorob'ev, G.I. Borodkin, K.V. Andreev, V.G. Shubin, 1,3-Dipolar Cycloaddition of Cyanopyrimines to Heterocyclic N-Himines. Experimental and theoretical study *Chemistry of Heterocyclic Compound*, 2021, V.57, N 3, Pp 284-291 (doi: 10.1007/s10593-021-02905-7) 4. R. V. Andreev, I. V. Beregovaya, L. N. Shchegoleva. Selective Cleavage of C-F Bonds in Intermediate Radical Anions Determines the Main Regularities of the Hydrodefluorination of Isomeric Perfluoroxylens. *Quantum Chemical Analysis Journal of Fluorine Chemistry*, submitted in Dec. 2021. 5. S. Khutsishvili, T.V. Ganenko, B.G. Sukhov, Formation and paramagnetic properties of manganese-containing bionanocomposites based on natural polysaccharide matrices *Journal of Carbohydrate Chemistry*, 2021, V. 40, N 5, Pp 211-225 doi:10.1080/07328303.2021.1990314 6. O. Schieman, C.A. Heubach, D. Abdullin, K. Ackermann, M. Azarkh, E.G. Bagryanskaya, M. Drescher, B. Endeward, J.H. Freed, L. Galazzo, D. Goldfarb, T. Hett, L.E. Hofer, L.F. Ibanez, E.J. Hustedt, S. Kucher, I. Kuprov, J.E. Lovett, A. Meyer, Sh. Ruthstein, S. Saxena, S. Stoll, Ch.R. Timmel, M.D. Valentin, H.S. Mchaourab, T.F. Prisner, B.E. t Bode, E. Bordignon, M. Bennati, G. Jeschke, Benchmark Test and Guidelines for DEER/PELDOR Experiments on Nitroxide-Labeled Biomolecules, *Journal of the American Chemical Society*, *Journal of the American Chemical Society*, 2021, 143, 43, 17875-17890 doi:10.1021/jacs.1c07371, IF=15.418 7. B. Joseph, S. Ketter, A. Gopinath, O. Rogozhnikova, D. Trukhin, V.M. Tormyshev, E.G. Bagryanskaya. In situ labeling and distance measurements of membrane proteins in E coli using Finland and OX063 trityl labels // *Chemistry - A European Journal*, 2021, V. 27, N 7, Pp 2299-2304 doi:10.1002/chem.202004606, IF=4.857. 8. A. Chubarov, A. Spitsyna, O. Krumkacheva, D. Mitin, D. Suvorov, V. Tormyshev, M. Fedin, M.K. Bowman, E. Bagryanskaya. Reversible Dimerization of Human Serum Albumin // *Molecules* 2021, 26(1), 108 doi:10.3390/molecules26010108, IF=4.411. 9. K.N. Bulygin, I.O. Timofeev, A.A. Malygin, D.M. Graifer, M.I. Meschaninova, A.G. Venyaminova, O.A. Krumkacheva, M.V. Fedin, L.Yu. Frolova, G.G. Karpova, E.G. Bagryanskaya. Two alternative conformations of mRNA in the human ribosome during elongation and termination of translation as revealed by EPR spectroscopy // *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2021, V. 19, Pp 4702-4710 doi:10.1016/j.csbj.2021.08.024, IF=7.27. 10. A.A. Kuzhelev, D. Dai, V. Denysenkov, I.A. Kirilyuk, E.G. Bagryanskaya, T. F. Prisner. Influence of Rotational Motion of Nitroxides on Overhauser Dynamic Nuclear Polarization: A Systematic Study at High Magnetic Fields // *The Journal of Physical Chemistry C*, 2021, 125, 46, 25651-25659 doi:10.1021/acs.jpcc.1c06979, IF=4.125 11. E. Parman, M. Lokov, R. Jarviste, S. Tshepelevitsh, N.A. Semenov, E.A. Chulanova, G.E. Salnikov, D.O. Prima, Yu.G. Slizhov, I. Leito, A.V. Zibarev. Acid-Base and Anion Binding Properties of Tetrafluorinated 1,3-Benzodiazole, 1,2,3-Benzotriazole and 2,1,3-Benzoselenadiazole // *ChemPhysChem*, 2021, V. 22, N 22, Pp 2329-2335 doi:10.1002/cphc.202100475, IF=3.102 12. S.S. Khutsishvili, G.P. Aleksandrova, T.I. Vaku'skaya, B.G. Sukhov. Structural and Magnetic Properties of Biocompatible Coated Magnetite Nanoparticles for Treating Antianemi // *IEEE Transactions on Magnetics*, 2021, V. 57, N 10, 5200309 doi:10.1109/TMAG.2021.3101904, IF=1.7 13. M.K. Bowman, A.G. Maryasov. The Direct Dimension in Pulse EPR // *Applied Magnetic Resonance*, 2021, V.52, Pp 1041-1062 doi:10.1007/s00723-021-01362-x, IF=0.831. 14. A.V. Shernyukov, G.E. Salnikov, D.A. Rudakov, A.M. Genaev. The Key Role of Anionic Bromine Clusters Facilitating Br Atom Insertion into the B-H σ -Bond // *Inorganic Chemistry*, 2021, 60, 5, 3106-3116 doi:10.1021/acs.inorgchem.0c03392, IF=5.165. 15. A.M. Genaev, G.E. Salnikov, K.Yu. Koltunov. Unusual temperature-sensitive protonation behaviour of 4-(dimethylamino)pyridine // *Org. Biomol. Chem.*, 2021, V. 19, N 4, Pp 866-872 doi:10.1039/D0OB01893G, IF=3.876. 16. T.A. Vaganova, E. Benassi, Y.V. Gatilov, I.P. Chuikov, D.P. Pishchur, E.V. Malykhin. Polyhalogenated aminobenzonitriles vs their co-crystals with 18-crown-6: amino group position as a tool to control crystal packing and solid-state fluorescence // *CrystEngComm*, 2022, Accepted Manuscript. DOI: 10.1039/D1CE01469B. IF= 3.545. 17. S.P. Babailov, E.N. Zapolotsky, V.V. Kokovkin, O.G. Shakirova, I.V. Mironov, I.P. Chuikov, E.S. Fomin. Switching of shifting and relaxational NMR-thermosensor properties of iron (II) tris-(pyrazol-1-yl) methane complexes due to spin-crossover // *Polyhedron*, V. 212, 15 January 2022, 115611, DOI: 10.1016/j.poly.2021.115611. IF=3.052. 18. L.N. Grigor'eva, A.Ya. Tikhonov, K.A. Lomanovich, D.G. Mazhukin. Stable Bicyclic Functionalized Nitroxides: The Synthesis of Derivatives of Aza-nortropinone-5-Methyl-3-oxo-6,8-diazabicyclo[3.2.1]-6-octene 8-oxyls // *Molecules* 2021, 26(10), 3050. doi:10.3390/molecules26103050, IF=4.411. 19. E. Tretyakov, K. Lomanovich, E. Bagryanskaya, G. Romanenko, A. Bogomyakov, E. Zueva, M. Petrova, A. Dmitriev, N. Gritsan. 2-(8-Iodonaphthalen-1-yl)-substituted Nitronyl Nitroxide: Suppressed Reactivity of Iodine Atom and Unusual Temperature Dynamics of the EPR Spectrum, *European Journal of Organic Chemistry*, 2021, V. 2021, N 17, Pp 2355-2361 doi:10.1002/ejoc.202100138, IF=3.021. 20. Yu.F. Polienko, N.M. Kuprikova, D.A. Parkhomenko, Yu.V. Gatilov, E.I. Chernyak, I.A. Kirilyuk. Synthesis of 2,5-Bis(spirocyclohexane)-Substituted Nitroxides: New Spin Labeling Agents // *Tetrahedron*, 2021, V. 81, 131915 doi:10.1016/j.tet.2020.131915, IF=2.457. 21. S.A. Cherkasov, A.D. Semikina, P.M. Kaletina, Yu.F. Polienko, D.A. Morozov, A.M. Maksimov, I.A. Kirilyuk, E.G. Bagryanskaya, D. Parkhomenko. The Kinetics of 1,3-Dipolar Cycloaddition of Vinyl Monomers to 2,2,5,5-Tetramethyl-3-imidazoline-3-oxides // *ChemPhysChem*, 2021, V.86, N 8, Pp 1080-1086 doi:10.1002/cplu.202100266, IF=2.862. 22. Yu.V. Khoroshunova, D.A. Morozov, A.I. Taratayko, S.A. Dobrynin, I.V. Eltsov, T.V. Rybalova, Yu.S. Sotnikova, D.N. Polovyanenko, N.B. Asanbaeva, I.A. Kirilyuk // *The Reactions of 6 (Hydroxymethyl)-2,2-dimethyl-1-azaspiro[4.4]nonanes with Methanesulfonyl Chloride or PPh3-CBr4* // *Molecules* 2021, 26(19), 6000 doi:10.3390/molecules26196000, IF=4.411 23. S.A. Dobrynin, M.S. Usatov, I.F. Zhurko, D.A. Morozov, Yu.F. Polienko, Yu.I. Glazachev, D.A. Parkhomenko, M.A. Tyumentsev, Yu.V. Gatilov, E.I. Chernyak, E.G. Bagryanskaya, I.A. Kirilyuk. A Simple Method of Synthesis of 3-Carboxy-2,2,5,5-Tetraethylpyrrolidine-1-oxyl and Preparation of Reduction-Resistant Spin Labels and Probes of Pyrrolidine Series // *Molecules* 2021, 26(19), 5761 doi:10.3390/molecules26195761, IF=4.41. 24. S.S. Khutsishvili, A.I. Perfileva, O.A. Nozhkina, T.V. Ganenko, K.V. Krutovsky. Novel Nanobiocomposites Based on Natural Polysaccharides as Universal Trophic Low-Dose Micronutrients, *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22(21), 12006 doi:10.3390/ijms222112006, IF=5.924 25. E.S. Stoyanov, I.Yu. Bagryanskaya, I.V. Stoyanova. Isomers of the Allyl Carbocation C₃H₅⁺ in Solid Salts: Infrared Spectra and Structures // *ACS Omega* 2021, 6, 37, 23691-23699 doi:10.1021/acsomega.1c01316, IF=3.512 26. E.S. Stoyanov, I.Yu. Bagryanskaya, I.V. Stoyanova. Unsaturated Vinyl-Type Carbocation [(CH₃)₂C=CH]⁺ in Its Carborane Salts // *ACS Omega*, 2021, 6, 24, 15834-15843 doi:10.1021/acsomega.1c01297, IF=3.512. 27. O.Ю. Рогожникова, Д.В. Трухин, Н.Б. Асанбаева, В.М. Тормышев. Простой и удобный метод синтеза многофункционального спинового зонда - фосфонатного производного стабильного радикала трис(тетрагидраарил)метильного ряда // *Журнал органической химии*. 2021. Т. 57. № 6. С. 820-831. DOI: 10.31857/S0514749221060045. Перевод: O. Yu. Rogozhnikova, D. V. Trukhin, N. B. Asanbaeva, V. M. Tormyshev. A Simple and Convenient Synthesis of a Multifunctional Spin



Probe, Phosphonate Derivative of a Persistent Radical of the Triarylmethyl Series // Russian Journal of Organic Chemistry, 2021, V. 57, Pp 905-913 doi:10.1134/S107042802106004X), IF=0.723. 28. S.S. Ovcherenko, O.A. Chinak, A.V. Chechushkov, S.A. Dobrynin, I.A. Kirilyuk, O.A. Krumkacheva, V.A. Richter, E.G. Bagryanskaya. Uptake of Cell-Penetrating Peptide RL2 by Human Lung Cancer Cells: Monitoring by Electron Paramagnetic Resonance and Confocal Laser Scanning Microscopy // *Molecules* 2021, 26(18), 5442 doi:10.3390/molecules26185442, IF=4.41. Статьи с участием исполнителей проекта 29. N.B. Asanbaeva, D.A. Rychkov, P.Yu. Tyapkin, S.G. Arkhipov, N.F. Uvarov. The unique structure of [(C₄H₉)₄N]₃[Pb(NO₃)₅]—one step forward in understanding transport properties in tetra-n-butylammonium-based solid electrolytes // *Structural Chemistry*. 2021. V.32. N3. P.1261-1267 doi:10.1007/s11224-021-01732-y, IF=1.887. 30. Бардин В.В., Сысоев А.В., Колено Д.И., Митасов М.М., Багрянская Е.Г. Разработка технологий синтеза полифторароматических соединений, краун-эфиров и фитоиммунокорректоров растений и внедрение их в опытно-промышленное производство // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2021. Т. 29. № 3. С. 245-251. Патент 1. К.А. Ломанович, Е.Г. Багрянская, С.Л. Вебер, Ю.А. Гришин, Н.П. Исаев, Д.Н. Половяненко. Мост импульсного ЭПР-спектрометра X- и Q-диапазона на основе цифрового синтезатора СВЧ-излучения и полупроводникового усилителя мощности // Патент RU 2 756 168, заявка 2020143591 от 29.12.2020, опубликовано: 28.09.2021, бюл. №28. Доклады на научных мероприятиях 1. E. Bagryanskaya, N. Asanbaeva, O. Krumkacheva, V. Tormushev. TRITYL RADICALS AS SPIN LABELS // V Международная конференция «Современные синтетические методологии для создания лекарственных препаратов и функциональных материалов», МОСМ 2021, г. Екатеринбург, Россия, 8-12 ноября 2021 г., Сборник тезисов, PL-13 (пленарный доклад). 2. Е.Г. Багрянская. Применение магнитного резонанса для исследования структуры биополимеров и их комплексов ДНК и РНК // Эмануэлевские чтения, ИБХФ РАН, г. Москва, Россия, 1 октября 2021 г. (пленарный доклад). 3. Е.Г. Багрянская, В.М. Тормышев, О.А. Крумкачева. Тритильные радикалы: свойства и применение в структурной биологии // Всероссийская научная конференция с международным участием "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ", посвященная 90-летию со дня рождения ак. В. А. Коптюга, 09.06.2021-11.09.2021, Новосибирск, Сборник тезисов, стр. 19 (пленарный доклад). 4. M.K. Bowman, B. Bales, R.N. Schwartz. CW and Pulse EPR of Radicals in Solutions Undergoing Exchange // Международная конференция «Modern Development of Magnetic Resonance», MDMR 2021, Kazan, Russian Federation, 1-5 November 2021, Abstracts Book, p. 6. (пленарный доклад). 5. И. Береговая, Л. Щёголева, Р. Андреев. Подход супермолекулы в исследованиях органических ион-радикальных интермедиатов // Всероссийская научная конференция с международным участием "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ", посвященная 90-летию со дня рождения ак. В. А. Коптюга, 09.06.2021-11.06.2021, Новосибирск, Сборник тезисов, стр. 30. (устный доклад). 6. E.G. Bagryanskaya. Trityl and trityl - nitroxide biradicals structure, properties and application *MolMag*2021, 16-20 August 2021, Nizhny Novgorod, Russia. Book of abstr., P. 31 (приглашенный доклад). 7. D.A. Morozov, Yu.F. Polienko, I.F. Zhurko, S.A. Dobrynin, Yu.V. Khoroshunova, D.G. Trofimov, D.A. Parkhomenko, Yu.I. Glazachev, E.G. Bagryanskaya, I.A. Kirilyuk. HIGHLY STABLE NITROXIDE SPIN LABELS FOR BIOPHYSICAL RESEARCH // V Международная конференция «Современные синтетические методологии для создания лекарственных препаратов и функциональных материалов», МОСМ 2021, г. Екатеринбург, Россия, 8-12 ноября 2021 г, Сборник тезисов, KN-9, (приглашенный доклад). 8. Е.Г. Багрянская, В.М. Тормышев, О.А. Крумкачева. ТРИТИЛЬНЫЕ РАДИКАЛЫ И БИРАДИКАЛЫ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ // Всероссийский конгресс по химии гетероциклических соединений, КОСТ-2021, Сочи, 12.10.2021, пригл. доклад 26. (приглашенный доклад). 9. E. Bagryanskaya. Exciting life stories of short - and long - lived radicals :magnetic resonance application in biology and material science // ISMAR2021, (г. Токио, Япония, 22-27 августа 2021), PR5, (приглашенный доклад). 10. Е.Г. Багрянская. Smart control of nitroxide mediated polymerization initiator's reactivity // Научный семинар, посвященный 90-летию со дня рождения профессора Леонида Борисовича Володарского (г. Новосибирск, Россия, 7 июня 2021. Сборник тезисов, стр. 8 (устный доклад). 11. А.В. Шернюков, Г.Е. Сальников, А.М. Генаев. Роль кластерных анионов брома в реакции электрофильного бромирования // XXXIII Симпозиум «Современная химическая физика», 24 сентября -4 октября 2021 г., г. Туапсе, Россия, Сборник тезисов, с.173 (устный доклад). 12. С.А. Черкасов, Д.А. Пархоменко. Фотохимическая перегруппировка как подход к управлению скоростью гомолиза алкоксаминов // XXXIII Симпозиум «Современная химическая физика», 24 сентября -4 октября 2021 г., г. Туапсе, Россия, Сборник тезисов, стр.169. (устный доклад). 13. П.М. Калетина, С.А. Черкасов, А.Д. Семикина, Д.А. Пархоменко Изучение кинетики 1,3-диполярного циклоприсоединения олефинов к 2,2,5,5-тетраметил-3-имидазолин-3-оксидам // XXXIII Симпозиум «Современная химическая физика», 24 сентября -4 октября 2021 г., г. Туапсе, Россия, Сборник тезисов, стр.89 (устный доклад). 14. Н.Б. Асанбаева, Д.А. Морозов, С.А. Добрынин, О.Ю. Рогожникова, Д.В. Трухин, И.А. Кирилюк, В.М. Тормышев, Е.Г.Багрянская, Исследование стабильности и обменных взаимодействий в нитроксильных и тритил-нитроксильных бирадикалов методом ЭПР XXXIII Симпозиум «Современная химическая физика», 24 сентября -4 октября 2021 г., г. Туапсе, Россия, Сборник тезисов, стр. 51 (устный доклад). 15. С.С. Овчеренко, Чинак О.А., Чечушков А.В., Добрынин С.А., Кирилюк И.А., Крумкачева О.А., Рихтер В.А., Багрянская Е.Г. Механизм проникновения неупорядоченного белка RL2: мониторинг по ЭПР и по конфокальной микроскопии // XXXIII Симпозиум «Современная химическая физика», 24 сентября -4 октября 2021 г., г. Туапсе, Россия, Сборник тезисов, стр.127 (устный доклад). 16. E. Bagryanskaya, S. Ovcherenko, O. Chinak, O. Krumkacheva, S. Dobrynin, I. Kirilyuk Gentle Delivery of Stable Nitroxide Into Cells: Real Time Monitorin gBy EPR ISMAR2021, (г. Токио, Япония, 22-27 августа 2021), PS30-4 (устный доклад). 17. E.G. Bagryanskaya, I.O. Timofeev, K.N. Bulygin, A.A. Malygin, D.M. Graifer, M. Meshaninova, A.G. Venyaminova, O.A. Krumkacheva, M.V. Fedin, L.Yu. Frolova, G.G. Karpova DEER/PELDOR study of supramolecular assemblies of human ribosome and RNAs // *Euromar*2021, (г. Любляна, Словения, 5 июля - 8 июля 2021), PT 041 (устный доклад). 18. S. Ovcherenko, O. Chinak, A. Chechushkov, S. Dobrynin, I. Kirilyuk, O. Krumkacheva, V. Richter, E. Bagryanskaya. Uptake of RL 2 by Human lung cancer cells : monitoring by EPR and confocal microscopy // *Euromar*2021, (г. Любляна, Словения, 5 июля - 8 июля 2021). RT 008. (устный доклад). 19. Г.Е. Сальников, А.М. Генаев, С.А. Черкасов, Д.А. Морозов, И.А. Кирилюк. Новая кислотно-катализируемая перегруппировка алкоксаминов // Всероссийская научная конференция с международным участием "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ", посвященная 90-летию со дня рождения ак. В. А. Коптюга. 09.06.2021-11.09.2021. Новосибирск. Сборник тезисов. стр. 49. (устный доклад). 20. А.М. Генаев, А.В. Шернюков, Г.Е. Сальников. Approach to automatic



composition and visualization of complex energy diagrams // Онлайн-симпозиум по вычислительной химии памяти А.А.Грановского, 26- 27 апреля 2021, Сборник тезисов, стр. 6. (устный доклад). 21. E. G. Bagryanskaya, I. O. Timofeev, K. N. Bulygin, A. A. Malygin, D. M. Graifer, M. I. Meschaninova, A. G. Venyaminova, O. A. Krumkacheva, M. V. Fedin, L. Yu. Frolova, G. G. Karpova DEER/PELDOR Study of Supramolecular Assemblies of Human Ribosome and RNAs Международная конференция «Modern Development of Magnetic Resonance», MDMR 2021, Kazan, Russian Federation, 1-5 November 2021, Abstracts Book, p.51. (устный доклад). 22. A. G. Maryasov, M. K. Bowman. Static and Dynamic Vector Models in EPR of Anisotropic Centers // Международная конференция «Modern Development of Magnetic Resonance», MDMR 2021, Kazan, Russian Federation, 1-5 November 2021, Abstracts Book, p.128 (устный доклад). 23. П.М. Калетина, С.А. Черкасов. ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ ОЛЕФИНОВ К 2,2,5,5-ТЕТРАМЕТИЛ-3-ИМИДАЗОЛИН-3-ОКСИДАМ // ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ. Материалы XXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвященной 125-летию со дня основания Томского политехнического университета. Томск, 2021, Издательство: Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск), стр.250-25 24. N. B. Asanbaeva, A. A. Sukhanov, A. A. Diveikina, O. Yu. Rogozhnikova, D. V. Trukhin, V. M. Tormyshev, A. S. Chubarov, A. G. Maryasov, A. M. Genaev, E. G. Bagryanskaya. W-band 19F ENDOR Spectroscopy for Distance Measurement Using Trityl Spin Probe // Modern development of magnetic resonance 2021, (г. Казань, Россия, 1 – 5 ноября 2021), стр. 75 (устный доклад).

Вид исследования (разработки)

Фундаментальное исследование

Аннотация

Цель научного исследования - Проект направлен на экспериментальное и теоретическое исследование механизмов химических реакций, установление строения и свойств органических соединений, интермедиатов, полимеров и биополимеров, развитие физико-химических методов исследования структуры молекул и химических реакций и создания научного и научно-технического задела для развития наукоемких технологий. Задачи проекта: 1. Квантовохимическое исследование строения и потенциальных поверхностей структурно-нежестких органических (ион-)радикалов, установление связи строения потенциальных поверхностей с физико-химическими свойствами этих частиц. 2. Развитие концепции кластерного бромирования органических соединений. Влияние температуры на степень протонирования DMAP и его производных. 3. Разработка теоретических подходов описания спиновой динамики высокоспиновых систем – прототипов мономолекулярных магнитов на основе двухзарядных катионов кобальта с целью оптимизации процесса переключения их состояний циркулярно и линейно поляризованными полями дальнего инфракрасного и СВЧ диапазонов. Учёт квадрупольных электронных переходов и электронно-ядерных сверхтонких и квадруполь-квадрупольных взаимодействий. 4. Разработка теоретических основ нового метода двумерной спектроскопии импульсного двойного электрон-электронного резонанса с корреляцией электрон-электронного и электрон-ядерного взаимодействий для повышения пространственного разрешения метода и точности определения структурных характеристик биологических макромолекул. 5. Оценка на основе численного моделирования возможности переноса поляризации с электронных спинов на ядерные за счёт эквивалентизации спинов во вращающейся системе координат при частоте СВЧ поля равной примерно половине зеемановской. 6. Исследование структуры и функций протеинов и нуклеиновых кислот и их комплексов методами стационарного и импульсного электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса (ЯМР и ЭПР). 7. Развитие подходов для исследования полностью или частично неструктурированных белков (Intrinsically Disordered Proteins) в клетках методами ЯМР и ЭПР. 8. Применение методов ЭПР спектроскопии к исследованию оксигенации и pH тканей животных in vivo и in vitro с применением новых спиновых зондов, синтезируемых в НИОХ СО РАН. 9. Исследование ненасыщенных карбокатионов, содержащих двойные и тройные углерод-углеродную связи: получение, определение состава и строения, исследование реакционной способности и механизмов реакции с нуклеофилами. 10. Исследование процессов радикальной контролируемой полимеризации и разработка новых подходов к управлению кинетики радикальной контролируемой полимеризации для оптимизации условий и применение этих подходов для синтеза широкого круга соединений, в том числе полифторированных, применяемых в электронике, био-медицинских исследованиях и материаловедении. Актуальность проблемы, предлагаемой к решению - Механизмы реакций электрофильного бромирования ароматических соединений и олефинов стали классическими и, фактически, догмой. Однако, за последние 8 лет появились исследования (в основном, теоретические), ставящие под сомнение общность классической механистической парадигмы. Так, механизм электрофильного ароматического замещения (бромирования, хлорирования, сульфирования) в определенных условиях может быть не стадийным, а синхронным, а в случае галогенирования возможны и даже вероятны альтернативные механизмы, такие как присоединение-отщепления. На примере 4-(N,N-диметиламино)пиридина (DMAP) и его производных, взятых в качестве модельных соединений с двумя и более основными центрами, изучить влияние внесенного положительного заряда на некоторые параметры спектров ЯМР, которые могут однозначно свидетельствовать о направлении и кратности протонирования предшественников в (супер)кислотах. Мы рассчитываем, что установленные корреляции будут полезны при изучении поведения аналогичных гетероциклических систем в различных электрофильных средах. Метод адресного введения спиновой метки с последующим исследованием с помощью ЭПР представляет собой мощный



в различных электрофильных средах. Метод адресного введения спиновых меток с последующим исследованием с помощью ЭПР представляет собой мощный инструмент для исследования строения и функций сложных биологических молекул. Достигнутый в последние годы прогресс в химии спиновых меток, методах молекулярной биологии и технологиях импульсного ЭПР открывает новые возможности для исследователей, стремящихся к более глубокому пониманию молекулярных механизмов функционирования живых систем. ЭПР томография (ЭПРТ) является важным разделом ЭПР спектроскопии, имеющим множество биологических приложений. В частности, ЭПРТ позволяет наблюдать физиологически значимые величины, такие как концентрация кислорода, pH, концентрация тиолов, редокс потенциал, скорость образования активных форм кислорода с использованием растворимых парамагнитных агентов (нитроксильных и тритильных радикалов) во время-разрешенном и пространственно-разрешенном режимах. Эти параметры, измеренные *in vivo*, могут служить показателем физиологического состояния органов и тканей, позволяя таким образом диагностировать патологические процессы в них и создавать пути терапевтического вмешательства. Описание задач, предлагаемых к решению 1. Интерпретация экспериментальных данных и прогнозирование возможных путей мономолекулярной фрагментации с отщеплением галогенид-иона анион-радикалов фтор- и хлорсодержащих ароматических и азотсодержащих гетероциклических соединений на основе квантовохимического анализа соответствующих сечений потенциальной поверхности. 2. Обобщение "кластерного" механизма бромирования аренов на другие классы соединений в ходе ревизии общности классической механистической парадигмы электрофильных реакций ароматических и других непредельных соединений подвергается. 3. Изучение направлений моно- и дипротонирования DMAP в различных условиях, анализ термодинамики процесса протонирования DMAP, C5F5N и продукта их взаимодействия. В качестве кислотных сред можно использовать смеси трифторуксусной и трифторметансульфоновой кислот в диапазоне кислотности от -3 до -14 единиц НО. 4. Экспериментальные и теоретические исследования кинетики и термодинамики таутомерных превращений и механизмов реакций в ряду азидопиримидинов с использованием методов ЯМР. 5. Разработка теоретических подходов описания спиновой динамики высокоспиновых систем – прототипов мономолекулярных магнитов на основе двухзарядных катионов кобальта с целью оптимизации процесса переключения их состояний циркулярно и линейно поляризованными полями дальнего инфракрасного и СВЧ диапазонов. Учёт квадрупольных электронных переходов и электронно-ядерных сверхтонких и квадруполь-квадрупольных взаимодействий. 6. Разработка теоретических основ нового метода двумерной спектроскопии импульсного двойного электрон-электронного резонанса с корреляцией электрон-электронного и электрон-ядерного взаимодействий для повышения пространственного разрешения метода и точности определения структурных характеристик биологических макромолекул. 7. Оценка на основе численного моделирования возможности динамического переноса поляризации с электронных спинов на ядерные за счёт «эквивалентизации» спинов во вращающейся системе координат при частоте СВЧ поля равной примерно половине зеемановской. 8. Алкоксиамины с изменяемой реакционной способностью могут быть использованы как для развития синтеза полимеров методом полимеризации с обратимым ингибированием роста цепи, так и в качестве предшественников спиновых меток для ЭПР томографии. В рамках данного исследования планируется развитие двух подходов к активации алкоксиаминов на основе 3-имидазолин-3-оксид-1-оксидов 1,3-циклоприсоединения мономера к алкоксиаминам на основе 4Н-3-имидазолин-3-оксид-1-оксидов и фотоперестройка 3-имидазолин-3-оксид-1-оксидов в оксазиридины. 9. Будут исследованы процессы радикальной полимеризации, в том числе в присутствии нитроксильных радикалов, новых полифторированных мономеров с последующим изучением физических свойств полученных гомо- и со-полимерных материалов. 10. Измерение магнитнорезонансных свойств новых радикалов и бирадикалов, исследование их функциональных свойств и их применение для ряда исследовательских задач. Предполагаемые (ожидаемые) результаты и их возможная практическая значимость (применимость) Предполагаемые результаты: Развитие кластерной теории бромирования и открытию других органических (и, возможно, не только органических) соединений и классов соединений (таких как алканы, алкены и алкины, каркасные углеводороды и карбораны), также способных бромироваться с участием кластеров. В запланированной работе на примере 4-диметиламинопиридина (DMAP) и некоторых его производных, взятых в качестве модельных азотистых гетероциклов с несколькими основными центрами, будет изучена корреляция параметров спектров ЯМР с направлением (региоселективностью) и кратностью их протонирования в кислотных системах. Установленные зависимости спектральных характеристик от величины внесенного положительного заряда будут полезны при изучении поведения аналогичных гетероциклических систем в присутствии кислотных агентов. В рамках исследования «активации» алкоксиаминов реакцией 1,3-циклоприсоединения молекулы мономера будет изучена кинетика реакции 1,3-циклоприсоединения для ряда мономеров. Будут определены константы скорости 1,3-циклоприсоединения мономеров к алкоксиаминам. В рамках исследования «фотоактивации» алкоксиаминов будет определено влияние фотохимической циклизации алкоксиаминов на основе имидазонил-3-оксид-1-оксид радикалов на скорость гомолиза. Будет исследовано применение данного метода для проведения полимеризации в присутствии нитроксильных радикалов. Возможная практическая значимость: Развитие теоретических представлений о механизмах реакций. Развитие методов направленного органического синтеза. Применение спектроскопии ЯМР как инструмента для изучения направления реакций. Новые физико-химические данные химических соединений и интермедиатов. Будут найдены инструменты управления процессами радикальной контролируемой полимеризации. Будут изучены характеристики новых радикалов и полимеров, получаемых в их присутствии.



Тематическая (-ие) рубрика (-и) в соответствии с государственным рубрикатором научно-технической информации (далее - ГРНТИ)

Индекс Универсальной десятичной классификации

31.21.18 : Механизмы органических реакций

547:544.42/.43

Классификатор, разработанный Организацией экономического сотрудничества и развития (далее - ОЭСР)⁴

1.4.3 : Физическая химия

1.4.1 : Органическая химия

Обоснование междисциплинарного подхода (в случае указания разных тематических рубрик первого уровня ГРНТИ/ОЭСР)

Цель исследований - получение новых фундаментальных знаний о механизмах химических реакций, установление строения и свойств органических соединений, интермедиатов, полимеров и биополимеров, развитие физико-химических методов исследования структуры молекул и химических реакций, создание научного и научно-технического задела для развития наукоемких технологий

Ключевые слова

потенциальные поверхности	Квантовая химия	методы резонансной спектроскопии	фотохимические реакции	зеленая химия	спиновые метки	органические ион-радикалы	карбокатионы	механизмы органических реакций	контролируемая радикальная полимеризация
---------------------------	-----------------	----------------------------------	------------------------	---------------	----------------	---------------------------	--------------	--------------------------------	--

Наименование государственной программы, в соответствии с которой проводится работа⁵

Фундаментальные и поисковые научные исследования

Наименование федеральной целевой программы, в соответствии с которой проводится работа⁶

Нет данных

Наименование межгосударственной целевой программы

Нет данных



Научное и научно-техническое сотрудничество, в том числе международное

В 2022-2024 гг. согласно условиям Гранта Правительства Российской Федерации "Многочастотный электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) для биохимических исследований" (руководитель проф. Майкл Боуман, университет Алабамы) будут продолжены работы лаборатории магнитного резонанса биомолекулярных систем, созданной в НИОХ СО РАН. Совместные исследования с проф. Гердом Бунтковским, Университет Дармштадта по исследованию новых спиновых зондов методом Динамической Поляризации Ядер. Совместные исследования с проф. Томасом Признером по применению высокопольной импульсной ЭПР спектроскопии для изучения сложных биологических комплексов. Совместные исследования с проф. Казунобу Сато и проф. Такеджи Такуи из университета г. Осака по исследованию структуры и магнитных свойств бирадикалов на основе триарилметильных и нитроксильных бирадикалов для квантовых компьютеров. Совместные исследования с проф. Сонги Хан из университета Санта Барбары, США по исследованию влияния диполь-дипольного взаимодействия на эффективность динамической поляризации ядер для спиновых зондов на основе бирадикалов различной структуры. Совместные исследования с проф. В.И. Боровковым (ИХКГ СО РАН) - квантово-химические расчеты химических процессов

Наименование национального проекта, в соответствии с которым проводится работа

Нет данных

Наименование федерального проекта, в соответствии с которым проводится работа

Нет данных

Работа выполняется в рамках деятельности научно-образовательного центра мирового уровня

Нет данных

Работа выполняется в рамках деятельности научного центра мирового уровня

Нет данных

Работа выполняется центром компетенций Национальной технологической инициативы

Нет данных

Работа выполняется в рамках федеральной научно-технической программы

Нет данных

Работа выполняется в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла и комплексного научно-технического проекта полного инновационного цикла

Нет данных



Основание проведения НИОКТР ¹⁴	Дата документа	Номер документа
Государственное задание	24.12.2021	15326-03-13-660

Способ определения исполнителя

--

Сроки выполнения работы:	Дата начала	Дата окончания
	01.01.2022	31.12.2024

Источник финансирования	Планируемый объем финансирования, тыс. рублей	Коды бюджетной классификации
Средства федерального бюджета	63889,000	075 0110 47 4 01 92062 611
Средства бюджетов субъектов РФ		
Собственные средства организаций		
Средства местных бюджетов		
Средства фондов поддержки научной и (или) научно-технической деятельности		
Средства бюджета межгосударственной целевой программы		
Средства хозяйствующих субъектов		
Средства финансово-кредитных организаций		

Количество этапов работы

3

Сведения об этапах НИОКТР (заполняется для каждого из этапов работы отдельно):

Название этапа

этап 2022

Сроки выполнения этапа работы:	Дата начала этапа	Дата окончания этапа
	01.01.2022	31.12.2022



Источник финансирования	Планируемый объем финансирования, тыс. рублей	Коды бюджетной классификации
Средства федерального бюджета	20466,000	075 0110 47 4 01 92062 611
Средства бюджетов субъектов РФ		
Собственные средства организаций		
Средства местных бюджетов		
Средства фондов поддержки научной и (или) научно-технической деятельности		
Средства бюджета межгосударственной целевой программы		
Средства хозяйствующих субъектов		
Средства финансово-кредитных организаций		

Название этапа

этап 2023

Сроки выполнения этапа работы:	Дата начала этапа	Дата окончания этапа
	01.01.2023	31.12.2023

Источник финансирования	Планируемый объем финансирования, тыс. рублей	Коды бюджетной классификации
Средства федерального бюджета	21303,000	075 0110 47 4 01 92062 611
Средства бюджетов субъектов РФ		
Собственные средства организаций		
Средства местных бюджетов		
Средства фондов поддержки научной и (или) научно-технической деятельности		
Средства бюджета межгосударственной целевой программы		
Средства хозяйствующих субъектов		
Средства финансово-кредитных организаций		

**Название этапа**

этап 2024

Сроки выполнения этапа работы:	Дата начала этапа	Дата окончания этапа
	01.01.2024	31.12.2024

Источник финансирования	Планируемый объем финансирования, тыс. рублей	Коды бюджетной классификации
Средства федерального бюджета	22120,000	075 0110 47 4 01 92062 611
Средства бюджетов субъектов РФ		
Собственные средства организаций		
Средства местных бюджетов		
Средства фондов поддержки научной и (или) научно-технической деятельности		
Средства бюджета межгосударственной целевой программы		
Средства хозяйствующих субъектов		
Средства финансово-кредитных организаций		

Общее количество отчетов о НИОКТР, планируемых к подготовке (включая промежуточные)

3

Сведения о Заказчике или Фонде

Организация				
Общероссийский классификатор организационно -правовой формы (далее - ОКОПФ) ¹⁵	Наименование организации	Сокращенное наименование организации	Учредитель (ведомственная принадлежность) ¹⁶	Основной государственный регистрационный номер (далее - ОГРН)
75104 : Федеральные государственные казенные учреждения	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	МИНОБРНАУКИ РОССИИ	1322600 : Министерство науки и высшего образования Российской Федерации	1187746579690



Сведения об Исполнителе

Организация				
Общероссийский классификатор организационно - правовой формы (далее - ОКОПФ) ¹⁵	Наименование организации	Сокращенное наименование организации	Учредитель (ведомственная принадлежность) ¹⁶	Основной государственный регистрационный номер (далее - ОГРН)
75103 : Федеральные государственные бюджетные учреждения	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ НОВОСИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.Н. ВОРОЖЦОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК	НИОХ СО РАН	1322600 : Министерство науки и высшего образования Российской Федерации	1025403651921

Сведения о соисполнителях

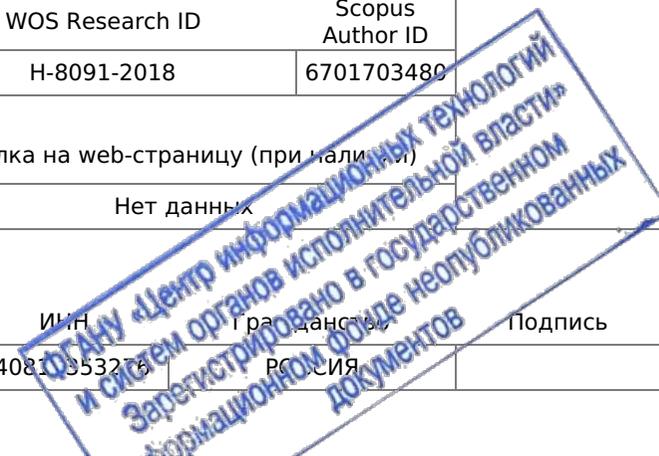
Нет данных

Руководитель работы

Фамилия	Имя	Отчество	Должность	Ученая степень	Ученое звание	Подпись
Багрянская	Елена	Григорьевна	Директор	Доктор физико-математических наук	Профессор	
СНИЛС	ИНН	Гражданство	Дата рождения	WOS Research ID	Scopus Author ID	
00670954143	540814353276	РОССИЯ	07.11.1958	H-8091-2018	6701703480	
Идентификационный номер в системе Российского индекса научного Цитирования (при наличии)		ORCID	Ссылка на web-страницу (при наличии)			
Нет данных		0000-0003-0057-383X	Нет данных			

Руководитель организации-исполнителя

Фамилия	Имя	Отчество	Должность	СНИЛС	ИНН	Гражданство	Подпись
Багрянская	Елена	Григорьевна	Директор	00670954143	540814353276	РОССИЯ	





М.П.