

Заключение диссертационного совета ИОНХ РАН 01.4.004.093

по диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук

Решение диссертационного совета от «11» сентября 2024 г. № 93.8
о присуждении Иванову Дмитрию Анатольевичу, гражданину РФ, ученой
степени доктора химических наук.

Диссертация «Новый комплекс методов *in situ* физико-химического анализа с использованием синхротронного излучения» по специальности 1.4.4 Физическая химия принята к защите диссертационным советом «14» мая 2024 г., протокол № 93.7.

Соискатель Иванов Дмитрий Анатольевич, 1965 года рождения, окончил факультет физико-химической биологии Московского физико-технического института в 1988 году по специальности системы автоматического управления. В 1992 г. Иванов Д.А. защитил диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия на диссертационном совете в Институте физической химии РАН. В настоящее время соискатель работает в лаборатории инженерного материаловедения Факультета фундаментальной физико-химической инженерии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» в должности заведующего лабораторией.

Диссертация выполнена в лаборатории инженерного материаловедения Факультета фундаментальной физико-химической инженерии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

Официальные оппоненты:

доктор химических наук Кискин Михаил Александрович, ведущий научный сотрудник ФГБУН "Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук" (ИОНХ РАН);

доктор физико-математических наук Юдин Владимир Евгеньевич, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук» (ИВС РАН);

доктор химических наук, чл.-корр. РАН Озерин Александр Никифорович, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук» (ИСПМ РАН)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"(КФУ) в своем положительном заключении, подписанном доктором химических наук, директором Химического института им. А.М. Бутлерова Зиганшиным Маратом Ахмедовичем и доктором химических наук, профессором кафедры физической химии Соломоновым Борисом Николаевичем, указала, что диссертация по совокупности объема выполненных исследований, обоснованности, новизны и значимости полученных результатов и выводов соответствует паспорту специальности 1.4.4 Физическая химия, отвечает критериям пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней в редакции Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335 и пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова Российской академии наук от 29 марта 2024, а ее автор достоин присуждения искомой степени.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации был продиктован профилем их специализации, близкой к тематике диссертации, наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях по теме диссертации, а также возможностью дать объективную оценку всех аспектов диссертационной работы.

Соискатель имеет 241 опубликованную работу, индексируемую в базе данных Scopus. По тематике работы опубликовано 50 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень утвержденных Ученым советом ИОНХ РАН изданий, и одну главу книги.

Статьи:

1. Y. Odarchenko. Primary chemical sequence ultimately determines crystal thickness in segmented all-aliphatic co-polymers / Y. Odarchenko, D. Doblas, M. Rosenthal, R. Broos, J. Hernandez, M. Soloviev, D. Anokhin, L. Vidal, J. Feijen, N. Sijbrandi, E. Mes, A. Kimenai, G. Bar, P. Dijkstra, **D. Ivanov** // *Macromolecules*. – **2014**.- V. 47. –P. 7890–7899. DOI: 10.1021/ma501545b.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

2. V. Litvinov. Molecular Structure, Phase Composition, Melting Behavior and Chain Entanglements in the Amorphous Phase of High-Density Polyethylenes / V. Litvinov, R. Deblieck, C. Clair, W. van den Fonteyne, A. Lallam, R. Kleppinger, **D.A. Ivanov**, M. Ries, M. Boerakker // *Macromolecules*. – **2020**.- V. 53. – P. 5418–5433. DOI: 10.1021/acs.macromol.0c00956.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

3. F. Christakopoulos. Melting-Induced Evolution of Morphology, Entanglement Density and Ultra-Drawability of Solution-Crystallized Ultra-High Molecular Weight Polyethylene / F. Christakopoulos, E. Bersenev, S. Grigorian, A. Brem, **D.A. Ivanov**, T. Tervoort, V. Litvinov // *Macromolecules*.- **2021**. - V. 54. – P. 5683–5693. DOI: 10.1021/acs.macromol.1c00667.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

4. D. Zeng. Intertwined lamello-columnar co-assemblies in liquid-crystalline side chain π -conjugated polymers: towards a new class of nanostructured supramolecular organic semiconductors / D. Zeng, I. Tahar-Djebbar, Y. Xiao, F. Kameche, M. Brinkmann, D. Guillon, B. Heinrich, B. Donnio, **D.A. Ivanov**, E. Lacaze, D. Kreher, F. Mathevet, A.-J. Attias // *Macromolecules*. – **2014**. – V. 47. – P. 1715–1731. DOI: 10.1021/ma4020356.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

5. Y. Chen. Humidity-Modulated Phase Control and Nanoscopic Transport in Supramolecular Assemblies / Y. Chen, M.D. Lingwood, M. Goswami, B.E. Kidd,

J.J Hernandez, M. Rosenthal, **D.A. Ivanov**, J. Perlich, H. Zhang, X. Zhu, M. Möller, L.A. Madsen. - Journal of Physical Chemistry B.- **2014**.- V. 118. – P. 3207–3217. DOI: 10.1021/jp409266r.

Импакт-фактор: 3,466. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

6. A. Dolgoplov. Humidity-induced formation of water channels in supramolecular assemblies of wedge-shaped amphiphiles: effect of molecular architecture on channel topology / A. Dolgoplov, K.N. Grafkskaia, D.V. Anokhin, D. E. Demco, X. Zhu, **D.A. Ivanov**, and M. Möller // Physical Chemistry Chemical Physics.- **2017**.- V. 19. – P. 7714-7720. DOI: doi:10.1039/c6cp08087a.

Импакт-фактор: 3,676. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

7. K.N. Grafkskaia. An “on-off” switching cubic phase with exceptional thermal stability and water sorption capacity / K.N. Grafkskaia, D.V. Anokhin, B.I. Zimka, I.A. Izdelieva, X. Zhu, **D. A. Ivanov** // Chemical Communications. - **2017**. – V. 53. – P. 13217-13220. DOI: 10.1039/c7cc08003d.

Импакт-фактор: 6,065. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

8. K.N. Grafkskaia. Bicontinuous gyroid phase of a water-swollen wedge-shaped amphiphile: studies with in-situ grazing-incidence X-ray scattering and atomic force microscopy / K.N. Grafkskaia, A.F. Akhkiamova, D.V. Vashurkin, D.S. Kotlyarskiy, D. Pontoni, D.V. Anokhin, X. Zhu, **D.A. Ivanov** // Materials. – **2021**. – V. 14. – P. 2892. DOI: 10.3390/ma14112892.

Импакт-фактор: 3,748. Квартиль: **Q2**. Категория: **K1**.

9. J. Jing. Efficient 3D charge transport in bi-triazatruxene-based crystalline molecular semiconductors / J. Jing, B. Heinrich, A. Prel, E. Steveler, T. Han, I. Bulut, S. Méry, Y. Leroy, N. Leclerc, P. Lévêque, M. Rosenthal, **D.A. Ivanov**, T. Heiser // Journal of Materials Chemistry A. – **2021**. – V. 9. – P. 24315-24324. DOI: 10.1039/D1TA06300F.

Импакт-фактор: 14,511. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

10. J.J. Hernandez Rueda. Polymerizable Wedge-Shaped Ionic Liquid Crystals for Fabrication of Ion-Conducting Membranes: Impact of the Counter Ion on the Phase Structure and Conductivity / J.J. Hernandez Rueda, H. Zhang, M. Rosenthal, M. Möller, X. Zhu, **D.A. Ivanov**. European Polymer Journal. – **2016**. – V. 81. – P. 674-685. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2016.03.033.

Импакт-фактор: 3,862. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

11. J.J Hernandez. Bottom-Up Fabrication of Nanostructured Bicontinuous and Hexagonal Ion-Conducting Polymer Membranes / J.J Hernandez, H. Zhang, M. Rosenthal, M.D. Lingwood, M. Goswami, Y. Chen, X. Zhu, M. Moeller, L. Madsen, **D.A. Ivanov** // Macromolecules. – **2017**. – V. 50. – P. 5392–5401. DOI: 10.1021/acs.macromol.6b02674.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

12. O.A. Ibraikulov. Face-on orientation of fluorinated polymers conveyed by long alkyl chains: a prerequisite for high photovoltaic performances / O.A. Ibraikulov, B. Heinrich, N. Leclerc, P. Chavez, I. Bulut, C. Ngov, O. Boyron, N. Brouckaert, S. Swaraj, K.L. Gerasimov, **D.A. Ivanov**, S. Mery, P. Lévêque, T. Heiser // *Journal of Materials Chemistry A*. – **2018**. – V. 6. – P. 12038-12045. DOI: 10.1039/C8TA04127J.

Импакт-фактор: 14,511. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

13. Y. Odarchenko. One Methylene Group in the Side Chain Can Alter by 90 Degrees the Orientation of a Main-Chain Liquid Crystal on an Unidirectional Substrate / Y. Odarchenko, M. Defaux, A.F. Akhiamova, P.V. Bovsunovskaya, A.P. Melnikov, A.I. Rodygin, A.A. Rychkov, K.L. Gerasimov, D.V. Anokhin, X.Zhu, M. Rosenthal, **D.A. Ivanov** // *ACS Macro Letters*. - **2018**. - V. 7. – P. 453–458. DOI: 10.1021/acsmacrolett.8b00044.

Импакт-фактор: 7,015. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

14. S. Breakspear. Nanomechanical properties of Monilethrix affected hair are independent of phenotype / S. Breakspear, **D.A. Ivanov**, B. Noecker, C. Popescu // *Journal of Structural Biology*. – **2021**. – V. 46. – P. 107679. DOI: 10.1016/j.jsb.2020.107679

Импакт-фактор: 3,000. Квартиль: **Q2**. Категория: **K1**.

15. **D.A. Ivanov**. Micro-Structure of Banded Polymer Spherulites: New Insights from Synchrotron Nano-Focus X-ray Scattering / **D.A. Ivanov**, M. Rosenthal // *Advances in Polymer Science*. – **2016**. – V. 277. –P. 299-326. DOI: 10.1007/12_2016_352.

Импакт-фактор: 10,125. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

16. M. Rosenthal. Switching Chirality of Hybrid Left–Right Crystalline Helicoids Built of Achiral Polymer Chains: When Right to Left Becomes Left to Right / M. Rosenthal, M. Burghammer, G. Bar, E.T. Samulski, **D.A. Ivanov** // *Macromolecules*. – **2014**. – V. 47. – P. 8295–8304. DOI: 10.1021/ma501733n.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

17. A. Jouane. Morphological and structural interface characterization in multilayer inverted polymer solar cells / A. Jouane, R. Moubah, G. Schmerber, R. Lard, Y. Odarchenko, **D.A. Ivanov**, H. Lassria, Y. -A, Chapuise, Y. Jouane // *Solar Energy Materials and Solar Cells*. – **2018**. – V. 180. – P. 258-265. DOI: 10.1016/j.solmat.2017.06.044.

Импакт-фактор: 7,305. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

18. M. Rosenthal. Design of an in-situ setup combining nanocalorimetry and nano- or micro-focus X-ray scattering to address fast structure formation processes / M. Rosenthal, A.P. Melnikov, A.A. Rychkov, D. Doblas, D.V. Anokhin, M. Burghammer, **D.A. Ivanov** // In: *Fast Scanning Calorimetry* ed. by

C. Schick and V. Mathot, Springer International Publishing, Switzerland. – 2016. ISBN 978-3-319-31327-6.

19. A.P. Melnikov. Re-exploring the Double-Melting Behavior of Semirigid-Chain Polymers with an in-situ Combination of Synchrotron Nano-Focus X-ray Scattering and Nanocalorimetry / A.P. Melnikov, M. Rosenthal, A.I. Rodygin, D. Doblas, D.V. Anokhin, M. Burghammer, **D.A. Ivanov** // European Polymer Journal. – 2016. – V. 81. P. 598-606. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2015.12.031.

Импакт-фактор: 3,862. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

20. M. Rosenthal. Reorganization of semicrystalline polymers on heating: analyzing common misconceptions in the interpretation of calorimetric data. Response on the "Comment on "Re-exploring the double-melting behavior of semirigid-chain polymers with an in-situ combination of synchrotron nanofocus X-ray scattering and nanocalorimetry" by Dimitri A. Ivanov et al. [European Polymer Journal 81 (2016) 598–606.] / M. Rosenthal, A.P. Melnikov, M. Burghammer, **D.A. Ivanov** // European Polymer Journal. – 2017. – V. 94. – P. 517-523. DOI : 10.1016/j.eurpolymj.2017.06.036.

Импакт-фактор: 3,862. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

21. M. Rosenthal. High-Resolution Thermal Imaging with a Combination of Nano-Focus X-ray Diffraction and Ultra-Fast Chip Calorimetry / M. Rosenthal, D. Doblas, J.J. Hernandez, Ya.I. Odarchenko, M. Burghammer, E. Di Cola, D. Spitzer, A.E. Antipov, L.S. Aldoshin, **D.A. Ivanov** // Journal of Synchrotron Radiation. – 2014. – V. 21. – P. 223-228. DOI: 10.1107/S1600577513024892.

Импакт-фактор: 2,557. Квартиль: **Q2**. Категория: **K1**.

22. A.P. Melnikov. What Thermal Analysis Can Tell Us About Melting of Semicrystalline Polymers: Exploring the General Validity of the Technique / A.P. Melnikov, M. Rosenthal, **D.A. Ivanov** // ACS Macro Letters. - 2018.- V. 7. – P. 1426–1431. DOI: 10.1021/acsmacrolett.8b00754.

Импакт-фактор: 7,015. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

23. Y.I. Odarchenko. Assessing Fast Structure Formation Processes in Isotactic Polypropylene with a Combination of Nanocalorimetry and In-Situ Nanofocus X-ray Diffraction / Y.I. Odarchenko, M. Rosenthal, J.J. Hernandez, M. Burghammer, M. Soloviev, **D.A. Ivanov**. – Nanomaterials. – 2021. – V. 11. – P. 2652. DOI: 10.3390/nano11102652.

Импакт-фактор: 5,364. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

24. R.K Verma. Good Laboratory Practice in Thermal Analysis and Calorimetry / R.K Verma, I.M. Szilagyι, K. Pielichowska, K.N. Raftopoulos, P. Šimon, A.P. Melnikov, **D.A. Ivanov** // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2023. – V. 148. – P. 2211–2231. DOI: 10.1007/s10973-022-11877-5.

Импакт-фактор: 4,755. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

25. E.V. Komov. Topochemical polymerization in microparticles of crystalline triazine-based monomers: Study by conventional and ultra-fast chip calorimetry / E.V. Komov, A.P. Melnikov, A.A. Piryazev, A.V. Maryasevskaya, A.O. Petrov, G.V. Malkov, A.V. Shastin, D.V. Anokhin, **D.A. Ivanov** // *Thermochimica Acta*. – **2023**. – V. 728. – 179577. DOI: 10.1016/j.tca.2023.179577
Импакт-фактор: 3,500. Квартиль: **Q2**. Категория: **K1**.
26. D. Moschovas. Alternating gyroid network structure in an ABC Miktoarm terpolymer comprised of polystyrene and two polydienes / D. Moschovas, G.-M. Manesi, A. Karydis-Messinis, G. Zapsas, K. Ntetsikas, N.E. Zafeiropoulos, A.A. Piryazev, E.L. Thomas, N. Hadjichristidis, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Nanomaterials*. – **2020**. – V. 10. – P. 1497. DOI:10.3390/nano10081497.
Импакт-фактор: 5,719. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.
27. C. Miskaki. Self-Assembly of Low Molecular Weight Asymmetric Linear Triblock-Terpolymers. How Low Can We Go? / C. Miskaki, I. Moutsios, G.-M. Manesi, K. Artopoiadis, C.-Y. Chang, D. Moschovas, E.A. Bersenev, **D.A. Ivanov**, R.-M. Ho, A. Avgeropoulos // *Molecules*. – **2020**. – V. 25. – P. 5527. DOI: 10.3390/molecules25235527.
Импакт-фактор: 4,927. Квартиль: **Q2**. Категория: **K1**.
28. S. Rangou. Dendrons and Dendritic Terpolymers: Synthesis, Characterization and Self-Assembly Comparison / S. Rangou, D. Moschovas, I. Moutsios, G.-M. Manesi, K. Tsitoni, P.V. Bovsunovskaya, **D.A. Ivanov**, E.L. Thomas, A. Avgeropoulos // *Molecules*. – **2020**. – V. 25. – P. 6030. DOI: 10.3390/molecules25246030.
Импакт-фактор: 4,927. Квартиль: **Q2**. Категория: **K1**.
29. K. Ntetsikas. Synthesis, Characterization and Self-Assembly of Linear and Miktoarm Star Copolymers of Immiscible Polydienes / K. Ntetsikas, D. Moschovas, G. Zapsas, I. Moutsios, K. Tsitoni, G.-M. Manesi, A.F. Nabiullin, N. Hadjichristidis, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Polymer Chemistry*. – **2021**. – V. 12. – P. 2712-2721. DOI: 10.1039/D1PY00258A.
Импакт-фактор: 5,364. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.
30. N. Politakos. Molecular and Structure/Properties Relationship Comparison of a Pristine Anionically Synthesized Diblock Copolymer with Chemically Modified Derivatives / N. Politakos, G.-M. Manesi, I. Moutsios, K. Tsitoni, D. Moschovas, D.V. Vashurkin, D.S. Kotlyarskiy, G. Kortaberria, **D.A. Ivanov**, A.T. Avgeropoulos // *Polymers*. – **2021**. – V. 13. – P. 4167. DOI: 10.3390/polym13234167.
Импакт-фактор: 4,967. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.
31. N. Politakos. Synthesis, characterization and structure properties of biobased hybrid copolymers consisting of polydiene and polypeptide segments / N. Politakos, I. Moutsios, G.-M. Manesi, D. Moschovas, A.F. Abukaev, E.A.

Nikitina, G. Kortaberria, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos. *Polymers*. - **2021**. – V. 13. – P. 3818. DOI: 10.3390/polym13213818.

Импакт-фактор: 4,967. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

32. D. Katsigiannopoulos. Structure/properties relationship of anionically synthesized diblock copolymers “grafted to” chemically modified graphene / D. Katsigiannopoulos, E. Grana, K. Tsitoni, I. Moutsios, G.-M. Manesi, E.A. Nikitina, N. Chalmpes, D. Moschovas, D. Gournis, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Polymers*. – **2021**. – V. 13. – P. 2308. DOI: 10.3390/polym13142308.

Импакт-фактор: 4,967. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

33. E. Kasapis. Self-assembly behavior of ultra-high molecular weight in-situ anionically synthesized polymer matrix composite materials “grafted from” single- or multi-wall CNTs / E. Kasapis, K. Tsitoni, G.-M. Manesi, I. Moutsios, D. Moschovas, D.V. Vashurkin, D.S. Kotlyarskiy, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Polymer*. – **2021**. – V. 235 - P. 124243 DOI: 10.1016/j.polymer.2021.124243.

Импакт-фактор: 4,432. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

34. G. Lontos. Synthesis, Molecular Characterization and Phase Behaviour of Miktoarm Star Copolymers of the AB_n=2,3 and BAn=2,3 Sequences where A is Polystyrene and B is Poly(dimethylsiloxane) / G. Lontos, G.-M. Manesi, I. Moutsios, D. Moschovas, A. Piryazev, E. Bersenev, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Macromolecules*. – **2022**. – V. 55. – P. 88–99. DOI: 10.1021/acs.macromol.1c01863.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

35. P.P. Angelopoulou. Designing high χ copolymer materials for nanotechnology applications: A systematic bulk vs. thin films approach / P.P. Angelopoulou, I. Moutsios, G.-M. Manesi, **D.A. Ivanov**, G. Sakellariou, A. Avgeropoulos // *Progress in Polymer Science*. – **2022**. – V. 135. - Article number 101625. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2022.101625.

Импакт-фактор: 31,281. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

36. A.Ch. Lazanas. Synthesis and Characterization of Hybrid Materials Derived from Conjugated Copolymers and Reduced Graphene Oxide / A.Ch. Lazanas, A. Katsouras, M. Spanos, G.-M. Manesi, I. Moutsios, D.V. Vashurkin, D. Moschovas, C. Gioti, M.A. Karakassides, V.G. Gregoriou, **D.A. Ivanov**, C.L. Chochos, A. Avgeropoulos // *Polymers*.- **2022**. – V. 14. – P. 5292. DOI: 10.3390/polym14235292.

Импакт-фактор: 4,967. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

37. K. Artopoiadis. Thermal and Bulk Properties of Triblock Terpolymers and Modified Derivatives towards Novel Polymer Brushes / K. Artopoiadis, C. Miskaki, G.-M. Manesi, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Polymers*. – **2023**. -V. 15. – P. 848. DOI: 10.3390/polym15040848.

Импакт-фактор: 4,967. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

38. G.-M. Manesi. Synthesis and Structural Insight into poly(dimethylsiloxane)-b-poly(2-vinylpyridine) Copolymers / G.-M. Manesi, I. Moutsios, D. Moschovas, G. Papadopoulos, C. Ntaras, M. Rosenthal, L. Vidal, G.G. Ageev, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Polymers*. – **2023**. – V. 15. – P. 4227. DOI: 10.3390/polym15214227

Импакт-фактор: 4,967. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

39. I. Moutsios. Defining Morphological Transformations of “Soft Nature” Diblock Viscoelastic Structured Polymers / I. Moutsios, K. Ntetsikas, G.-M. Manesi, G. Lontos, E.A. Nikitina, C.-Y. Chang, L. Vidal, N. Hadjichristidis, R.-M. Ho, **D.A. Ivanov**, A. Avgeropoulos // *Macromolecules*. – **2023**. – V. 56. – P. 6232–6246. DOI: 10.1021/acs.macromol.3c00659

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

40. M. Vatankhah-Varnosfaderani. Chameleon-like elastomers with molecularly encoded strain-adaptive stiffening and coloration / M. Vatankhah-Varnosfaderani, A.N. Keith, Y. Cong, H. Liang, M. Rosenthal, M. Sztucki, C. Clair, S. Magonov, **D.A. Ivanov**, A.V. Dobrynin, S.S. Sheiko // *Science*. – **2018**. – V. 359. – P. 1509–1513. DOI: 10.1126/science.aar5308.

Импакт-фактор: 63,832. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

41. C. Clair. Strained Bottlebrushes in Super-Soft Physical Networks / C. Clair, A. Lallam, M. Rosenthal, M. Sztucki, M. Vatankhah-Varnosfaderani, A.N. Keith, Y. Cong, H. Liang, A.V. Dobrynin, S.S. Sheiko, **D.A. Ivanov** // *ACS Macro Letters*. – **2019**. – V. 8. – P. 530–534. DOI: 10.1021/acsmacrolett.9b00106.

Импакт-фактор: 7,015. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

42. A. Keith. Bottlebrush bridge between soft gels and firm tissues / A. Keith, M. Vatankhah-Varnosfaderani, C. Clair, F. Fahimipour, E. Dashtimoghadam, A. Lallam, M. Sztucki, **D.A. Ivanov**, H. Liang, A. Dobrynin, S. Sheiko // *ACS Central Science*. – **2020**. – V. 6. – P. 413-419. DOI: 10.1021/acscentsci.9b01216.

Импакт-фактор: 18,728. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

43. D. Zhang. Tissue-adaptive materials with independent modulus and transition temperature control / D. Zhang, E. Dashtimoghadam, F. Fahimipour, X. Hu, Q. Li, E.A. Bersenev, **D.A. Ivanov**, M. Vatankhah-Varnosfaderani, S.S. Sheiko // *Advanced Materials*. – **2020**. – V. 32. - Article number 202005314. DOI: 10.1002/adma.202005314.

Импакт-фактор: 32,086. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

44. A. Keith. Independently tuning elastomer softness and firmness through architectural modulation and self-assembly of bottlebrush network strands / A. Keith, C. Clair, A. Lallam, E. Bersenev, **D.A. Ivanov**, Y. Tian, A. Dobrynin, S.S.

Sheiko // *Macromolecules*. – 2020. – V. 53. –P. 9306–9312. DOI: 10.1021/acs.macromol.0c01725.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

45. F. Vashahi. Injectable hydrogels with tissue-adaptive gelation and mechanical properties / F. Vashahi, M. Martinez, Y. Cong, E. Dashtimoghadam, F. Fahimpour, A.N. Keith, E.A. Bersenev, **D.A. Ivanov**, E.B. Zhulina, K. Matyjaszewski, M. Vatankhah-Varnosfaderani, S.S. Sheiko // *Science Advances*. – 2022. – V. 8. DOI: 10.1126/sciadv.abm2469.

Импакт-фактор: 14,136. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

46. M. Maw. Brush architecture and network elasticity: Path to the design of mechanically diverse elastomers / M. Maw, B. Morgan, E. Dashtimoghadam, Y. Tian, E. Bersenev, A. Maryasevskaya, **D.A. Ivanov**, K. Matyjaszewski, A. Dobrynin, S. Sheiko // *Macromolecules*. – 2022. – V.55. – P. 2940–2951. DOI: 10.1021/acs.macromol.2c00006.

Импакт-фактор: 6,057. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

47. E.A. Bersenev. Bottlebrush Elastomers with Crystallizable Side Chains: Monitoring Configuration of Polymer Backbones in the Amorphous Regions during Crystallization / E.A. Bersenev, E.A. Nikitina, S.S. Sheiko, **D.A. Ivanov** // *ACS Macro Letters*. - 2022. - V. 11.- P. 1085–1090. DOI: 10.1021/acsmacrolett.2c00394.

Импакт-фактор: 7,015. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

48. E. Dashtimoghadam. Super- soft, firm, and strong elastomers toward replication of tissue viscoelastic response / E. Dashtimoghadam, M. Maw, A.N. Keith, F. Vashahi, Y.D. Gordievskaya, E.Yu. Kramarenko, A. Lallam, E.A. Bersenev, **D.A. Ivanov**, Y. Tian, A.V. Dobrynin, M. Vatankhah-Varnosfaderani, S.S. Sheiko // *Materials Horizons*. - 2022. - V. 9. - P. 3022-3030. DOI: 10.1039/D2MH00844K.

Импакт-фактор: 14,356. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

49. M. Maw. Sticky Architecture: Encoding Pressure Sensitive Adhesion in Polymer Networks / M. Maw, E. Dashtimoghadam, A.N. Keith, B.J. Morgan, A.K. Tanas, E. Nikitina, **D.A. Ivanov**, M. Vatankhah-Varnosfaderani, A.V. Dobrynin, S.S. Sheiko // *ACS Central Science*. – 2023. – V. 9. – P. 197–205. DOI: 10.1021/acscentsci.2c01407

Импакт-фактор: 18,728. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

50. M.R. Maw. Bottlebrush Thermoplastic Elastomers as Hot-Melt Pressure-Sensitive Adhesives / M.R. Maw, A.K. Tanas, E. Dashtimoghadam, E.A. Nikitina, **D.A. Ivanov**, A.V. Dobrynin, M. Vatankhah-Varnosfaderani, S.S. Sheiko // *ACS Appl. Mater. Interfaces*. – 2023. – V. 15. – P. 41870–41879. DOI: 10.1021/acsami.3c07821

Импакт-фактор: 9,500. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

51. A.V. Dobrynin. Forensics of polymer networks / A.V. Dobrynin, Y. Tian, M. Jacobs, E.A. Nikitina, **D.A. Ivanov**, M. Maw, F. Vashahi, S.S. Sheiko // Nature Materials. – 2023. - V. 22. – P. 1394–1400. DOI: 10.1038/s41563-023-01663-5
Импакт-фактор: 41,200. Квартиль: **Q1**. Категория: **K1**.

Общее число цитирований публикаций соискателя согласно базам данных Web of Science 5039, Scopus 5409, РИНЦ (ядро) 1550. Число цитирований публикаций по теме диссертации, согласно базе данных РИНЦ 910.

На автореферат поступило **14** отзывов из следующих организаций:

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации Институт Биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук (Габибов Александр Габибович, директор ГНЦ Институт Биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, д.х.н., профессор, академик РАН);
2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (Шибает Валерий Петрович, д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН, зав. лабораторией химических превращений полимеров Химического факультета);
3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА-Российский технологический университет» (Чвалун Сергей Николаевич, зав. каф. ЧТВМС им. С.С. Медведева, д.х.н., член-корреспондент РАН);
4. Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН» (ЦКП «СКИФ») (Зубавичус Ян Витаутасович, д.ф.-м.н.);

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (Потемкин Игорь Иванович, д.ф.-м.н., профессор кафедры физики полимеров и кристаллов Физического факультета);
6. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии РАН» (Бадамшина Эльмира Рашатовна, д.х.н., советник научного руководителя ФИЦ ПХФ и МХ РАН);
7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет» (Никоненко Виктор Васильевич, д.х.н., профессор каф. физической химии);
8. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики им. Н.Н. Семенова РАН» (Надточенко Виктор Андреевич, д.х.н., профессор, руководитель научного направления «Динамика элементарных процессов в химических и биологических системах»);
9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (Солдатов Александр Владимирович, д.ф.-м.н., профессор);
10. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН». (Марихин Вячеслав Александрович, д.ф.-м.н., в.н.с. и Мясникова Любовь Петровна., к.ф.-м.н., в.н.с.);
11. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный

технический университет» (Батаев Анатолий Андреевич, д.т.н., профессор и Батаев Иван Анатольевич, д.т.н., профессор);

12. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН. (Панин Сергей Викторович, зав. лабораторией механики полимерных композиционных материалов, д.т.н., профессор).
13. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (Кильдеева Наталия Рустемовна, д.х.н., проф., зав. кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов)
14. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (Хаширова Светлана Юрьевна, проректор по НИР, д.х.н., проф.)

Все отзывы имеют положительный характер. В поступивших отзывах отмечены новизна, актуальность, теоретическая и практическая значимость полученных результатов диссертационной работы. Вопросы и замечания носят частный и дискуссионный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы, а также на ее соответствие критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора наук.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

1. Разработан комплекс новых *in situ* методов на основе синхротронного рентгеновского рассеяния, которые позволяют проводить структурные исследования материалов при варьировании внешних факторов, таких как температура, влажность, присутствие паров

растворителей и механическая нагрузка. С помощью предложенных методов автором изучены механизмы фазовых переходов в частично кристаллических полимерах, жидкокристаллических системах на основе клинообразных мезогенов, а также молекулярные процессы, сопровождающие механическую деформацию термопластичных эластомеров и биомиметических блок-сополимеров со щеточной архитектурой.

2. Создан нанотермоанализатор, способный проводить калориметрические исследования образцов массой от 1 до 100 нг при высоких скоростях нагрева и охлаждения (до 10 000 °C/с).
3. Нанотермоанализатор интегрирован в инфраструктуру микро- и нанофокусных лабораторий на синхротронном источнике.
4. Применение нанотермоанализатора позволило исследовать феномен множественного плавления на примере частично кристаллического полимера политриметилентерефталата. Сочетание термического анализа при высоких скоростях нагрева с рентгеновским рассеянием позволило идентифицировать процессы, связанные с реорганизацией структуры полимера в ходе нагревания.
5. Предложена диаграмма реорганизации в координатах "скорость нагрева — температура кристаллизации", которая позволяет определить критическую скорость нагрева, при которой частично кристаллический полимер не претерпевает реорганизацию в ходе термоаналитического эксперимента.
6. Разработан метод анализа надмолекулярной организации частично кристаллических полимеров на основе микро- и нанофокусной синхротронной дифракции. Этот метод позволил определить параметры хиральности кристаллических ламелей и их трехмерную структуру в кольцевых полимерных сферолитах.

7. Использование одноосной механической деформации в сочетании с малоугловым рентгеновским рассеянием позволило исследовать механизмы деформационного поведения серии биомиметических сополимеров, включающих в своей химической структуре щеточные блоки.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке ряда *in situ* методов исследования, основанных на рентгеноструктурном анализе. Основное направление методологического развития связано с миниатюризацией через использование микро- и наноразмерных рентгеновских пучков и увеличением временного разрешения для изучения динамических процессов в реальном времени.

Разработанный нанотермоанализатор обеспечивает проведение одновременных термоаналитических и рентгеноструктурных экспериментов при сверхбыстрых нагревах, что открывает новые возможности для изучения быстропротекающих процессов, таких как реорганизация в частично кристаллических полимерах, и полиморфных превращений в нанограммовых образцах.

Создание измерительной ячейки для рентгеновского рассеяния при скользящем падении рентгеновских лучей позволило проводить исследования в условиях повышенной влажности, что имеет важное значение для изучения биологических объектов. Также эта технология дала возможность исследовать текстуру тонких пленок, применяемых в органической фотовольтаике, а также для разработки ионпроводящих мембран с оптимизированными транспортными характеристиками.

Использование ячейки для симметричной одноосной деформации с дистанционным контролем, в сочетании с *in situ* рентгеновским рассеянием, впервые позволило исследовать конформационные изменения, происходящие при механической деформации сополимеров со щеточными блоками. Полученные данные ускорят создание новых полимерных систем

с программируемыми механическими свойствами, включая контролируемое деформационное упрочнение.

Достоверность полученных результатов определяется использованием современной научной инфраструктуры, корреляцией расчётных и экспериментальных результатов, публикациями в рецензируемых изданиях, а также широкой апробацией на научных конференциях.

Личный вклад автора состоял в выборе основных направлений исследований и постановке задач научного поиска, разработке экспериментальных методов исследования, анализе и обобщении экспериментальных данных. Все основные результаты получены при непосредственном участии автора или под его руководством. В работах, выполненных в соавторстве, автор непосредственно участвовал на всех этапах постановки задач, проведения экспериментов, обсуждения и публикации полученных результатов.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.4.4. Физическая химия в пунктах: 1 «Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений»; 2 «Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов»; 6 «Химические превращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах» и 7 «Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, растворение и кристаллизация».

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Иванова Дмитрия Анатольевича на соискание ученой степени доктора химических

наук является научно-квалификационной работой, в которой решена важная научная проблема современной физической химии по разработке *in situ* методов физико-химического анализа, основанных на синхротронном рентгеновском рассеянии. Показано, что предложенные методы позволяют изучать структуру материалов с высоким временным и пространственным разрешением. Они имеют высокий потенциал для внедрения на строящихся в нашей стране объектах класса мегасайенс и смогут применяться для решения широкого круга проблем физической химии.

В диссертации Иванова Дмитрия Анатольевича соблюдены установленные пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции) и пп. 2.1–2.5 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской Академии Наук» от 29 марта 2024 г. критерии, которым должна соответствовать диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук, а ее автор, Иванов Дмитрий Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия (химические науки).

На заседании 11 сентября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Иванову Дмитрию Анатольевичу ученую степень доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 10 докторов наук, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за 11, против 0, недействительных бюллетеней 0. Протокол счетной комиссии № 93.8 а.

Председатель
Академик РАН, д.х.н.



Еременко Игорь
Леонидович

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.х.н.



Рюмин Михаил
Александрович

11.09.2024