Заключение диссертационного совета МГУ.013.5
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

Решение диссертационного совета от «22» мая 2025 г. № 38

О присуждении Гарееву Камилю Газинуровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Магнитные нанокомпозиты на основе многофазных систем с оксидами железа» по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений принята к защите диссертационным советом МГУ.013.5, протокол № 37 от 20.02.2025.

Соискатель Гареев Камиль Газинурович 1988 года рождения, в 2011 году с отличием окончил Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), специальность «микроэлектроника и твердотельная электроника». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Магнитные композиты на основе наноразмерных частиц MeO_n-Fe_2O_3, интегрированных в диэлектрическую матрицу диоксида кремния» по специальности 05.27.06. Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники защитил в 2014 году в диссертационном совете, созданном на базе Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина). В 2022 году получил ученое звание доцента по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

В настоящее время соискатель работает доцентом кафедры микро- и наноэлектроники факультета электроники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Диссертация подготовлена на кафедре микро- и наноэлектроники факультета электроники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Научный консультант – доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории физики профилированных кристаллов Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук Харитонский Петр Владимирович.

Официальные оппоненты:

Костишин Владимир Григорьевич, д.ф.-м.н., член-корреспондент Академии инженерных наук РФ, профессор, заведующий кафедрой технологии материалов электроники Института новых материалов Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»;

Пятаков Александр Павлович, д.ф.-м.н., профессор РАН, профессор кафедры физики колебаний физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;

Юрасов Алексей Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры наноэлектроники Института перспективных технологий и индустриального программирования МИРЭА – Российского технологического университета

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в области физики магнитных явлений, включая магнитные свойства оксидов железа и материалов на их основе, подтвержденной наличием публикаций в высокорейтинговых журналах и рядом выполненных научно-исследовательских работ по данной тематике. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет свыше 113 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 44 работы, из них 44 статей, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений (физико-математические науки).

Список наиболее важных авторских публикаций по теме диссертации:

1. **Gareev K.G.** Diversity of Iron Oxides: Mechanisms of Formation, Physical Properties and Applications // Magnetochemistry. – 2023. – Vol. 9, issue 5. – P. 119. – DOI: 10.3390/magnetochemistry9050119. IF = 2,6 (JIF). Объем: 3,0 п.л.

2. **Gareev K.**, Tagaeva R., Bobkov D., Yudintceva N., Goncharova D., Combs S.E., Ten A., Samochernych K., Shevtsov M. Passing of Nanocarriers across the Histohematic Barriers: Current Approaches for Tumor Theranostics // Nanomaterials. – 2023. – Vol. 13, issue 7. – P. 1140. – DOI: 10.3390/nano13071140. IF = 4,4 (JIF). Объем: 2,0 п.л. Вклад автора: 0,25.

3. **Gareev K.G.**, Grouzdev D.S., Koziaeva V.V., Sitkov N.O., Gao H., Zimina T.M., Shevtsov M. Biomimetic Nanomaterials: Diversity, Technology, and Biomedical Applications // Nanomaterials. – 2022. – Vol. 12, issue 14. – P. 2485. – DOI: 10.3390/nano12142485. IF = 4,4 (JIF). Объем: 2,0 п.л. Вклад автора: 0,8.

4. **Gareev K.G.**, Grouzdev D.S., Kharitonskii P.V., Kosterov A., Koziaeva V. V., Sergienko E.S., Shevtsov M.A. Magnetotactic Bacteria and Magnetosomes: Basic Properties and Applications // Magnetochemistry. – 2021. – Vol. 7, issue 6. – P. 86. – DOI: 10.3390/magnetochemistry7060086. IF = 2,6 (JIF). Объем: 1,3 п.л. Вклад автора: 0,8.

5. Zimina T.M., Sitkov N.O., **Gareev K.G.**, Fedorov V., Grouzdev D., Koziaeva V., Gao H., Combs S.E., Shevtsov M. Biosensors and Drug Delivery in Oncotheranostics Using Inorganic Synthetic and Biogenic Magnetic Nanoparticles // Biosensors. – 2022. – Vol. 12, issue 10. – P. 789. – DOI: 10.3390/bios12100789. IF = 4,9 (JIF). Объем: 2,5 п.л. Вклад автора: 0,2.

6. Bogachev Yu.V., Chernenco Ju.S., **Gareev K.G.**, Kononova I.E., Matyushkin L.B., Moshnikov V.A., Nalimova S.S. The Study of Aggregation Processes in Colloidal Solutions of Magnetite–Silica Nanoparticles by NMR Relaxometry, AFM, and UV–Vis-Spectroscopy // Applied Magnetic Resonance. – 2014. – Vol. 45, issue 4. – P. 329–337. – DOI: 10.1007/s00723-014-0525-7. IF = 1,1 (JIF). Объем: 0,5 п.л. Вклад автора: 0,8.

7. Kharitonskii P.V., **Gareev K.G.**, Ionin S.A., Ryzhov V.A., Bogachev Yu.V., Klimenkov B.D., Kononova I.E., Moshnikov V.A. Microstructure and Magnetic State of Fe_3O_4-SiO_2 Colloidal Particles // Journal of Magnetics. – 2015. – Vol. 20, issue 3. – P. 221–228. – DOI: 10.4283/JMAG.2015.20.3.221. IF = 0,6 (JIF). Объем: 0,5 п.л. Вклад автора: 0,5.

8. Грачева И.Е., **Гареев К.Г.**, Мошников В.А., Альмяшев В.И. Исследование нанокомпозиционных материалов с иерархической структурой на основе системы Y-Fe-Si-O // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2012. – Том 3, вып. 5. С. 111–124. IF = 0,9 (РИНЦ). Объем: 0,8 п.л. Вклад автора: 0,5.

9. Kharitonskii P.V., **Gareev K.G.**, Frolov A.M., Lebedev S.V., Velikorussov P.V. The Investigation of Superparamagnetic Colloidal Particles Fe_mO_n-SiO_2 // Solid State Phenomena. – 2016. – Vol. 247. – P. 138–141. – DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.247.138. IF = 0,4 (SJR). Объем: 0,25 п.л. Вклад автора: 0,5.

10. Kharitonskii P., Kamzin A., **Gareev K**., Valiullin A., Vezo O., Sergienko E., Korolev D., Kosterov A., Lebedev S., Gurylev A., Reinyuk A. Magnetic Granulometry and Mössbauer Spectroscopy of Fe_mO_n–SiO_2 Colloidal Nanoparticles // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2018. – Vol. 461. – P. 30–36. – DOI: 10.1016/j.jmmm.2018.04.044. IF = 2,5 (JIF). Объем: 0,4 п.л. Вклад автора: 0,5.

11. Testov D.O., **Gareev K.G.**, Khmelnitskiy I.K., Kosterov A., Surovitskii L., Luchinin V.V. Influence of the Preparation Technique on the Magnetic Characteristics of ε-Fe_2O_3-Based Composites // Magnetochemistry. – 2023. – Vol. 9, issue 1. – P. 10. – DOI: 10.3390/magnetochemistry9010010. IF = 2,6 (JIF). Объем: 0,8 п.л. Вклад автора: 0,3.

12. Богачев Ю.В., **Гареев К.Г.**, Матюшкин Л.Б., Мошников В.А., Наумова А.Н. Исследование суспензии наночастиц магнетита методами

фотометрии и ЯМР-релаксометрии // Физика твердого тела. – 2013. – Том 55, вып. 12. С. 2313–2317. IF = 0,8 (РИНЦ). Объем: 0,3 п.л. Вклад автора: 0,5.

13. **Гареев К. Г.**, Непомнящая Э.К. Получение и характеризация биосовместимой магнитной жидкости на водной основе // Известия РАН. Серия физическая. – 2019. – Том 83, № 7. – С. 990–992. IF = 0,7 (РИНЦ). Объем: 0,2 п.л. Вклад автора: 0,5.

14. Velichko E.N., Nepomnyashchaya E.K., **Gareev K.G.**, Martínez J., Maicas M.C. Characterization of Magnetite–Silica Magnetic Fluids by Laser Scattering // Applied Sciences. – 2020. – Vol. 11, issue 1. – P. 183. – DOI: 10.3390/app11010183. IF = 2,5 (JIF). Объем: 0,8 п.л. Вклад автора: 0,3.

15. Везо О.С., **Гареев К.Г.**, Королев Д.В., Курышев И.А., Лебедев С.В., Мошников В.А., Сергиенко Е.С., Харитонский П.В. Агрегативная устойчивость и магнитные характеристики коллоидных частиц Fe_mO_n–SiO_2, полученных золь-гель методом // Физика твердого тела. – 2017. – Т. 59, вып. 5. – С. 980–985. – DOI: 10.21883/FTT.2017.05.44390.372. IF = 0,8 (РИНЦ). Объем: 0,4 п.л. Вклад автора: 0,5.

16. **Gareev K.G.**, Grouzdev D.S., Kharitonskii P.V., Kirilenko D.A., Kosterov A., Koziaeva V.V., Levitskii V.S., Multhoff G., Nepomnyashchaya E.K., Nikitin A.V., Nikitina A., Sergienko E.S., Sukharzhevskii S.M., Terukov E.I. Trushlyakova V.V., Shevtsov M. Magnetic Properties of Bacterial Magnetosomes Produced by Magnetospirillum Caucaseum SO-1 // Microorganisms. – 2021. – Vol. 9, issue 9. – P. 1854. – DOI: 10.3390/microorganisms9091854. IF = 4,1 (JIF). Объем: 1,0 п.л. Вклад автора: 0,5.

17. Ryzhov V., Deriglazov V., Grouzdev D., Koziaeva V., Kiselev I., Larionov I., **Gareev K.**, Sitkov N., Zimina T., Marchenko Y., Shevtsov M. Biogenic Nanomagnetic Carriers Derived from Magnetotactic Bacteria: Magnetic Parameters of Magnetosomes Inside Magnetospirillum spp // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, issue 4. – P. 2431. – DOI: 10.3390/app13042431 IF = 2,5 (JIF). Q1 (JCR). Объем: 1,1 п.л. Вклад автора: 0,2.

18. Kharitonskii P., Kirillova S., **Gareev K.**, Kamzin A., Gurylev A., Kosterov A., Sergienko E., Valiullin A., Shevchenko E. Magnetic Granulometry and Mössbauer Spectroscopy of Synthetic Fe_mO_n–TiO_2 Composites // IEEE Transactions on Magnetics. – 2020. – Vol. 56, issue 2. – P. 7200209. – DOI: 10.1109/TMAG.2019.2957360. IF = 2,1 (JIF). Объем: 0,5 п.л. Вклад автора: 0,3.

19. Харитонский П.В., Костеров А.А., Гурылёв А.К., **Гареев К.Г.**, Кириллова С.А., Золотов Н.А., Аникиева Ю.А. Магнитные состояния двухфазных синтезированных частиц Fe_mO_n–$Fe_{3-x}Ti_xO_4$: экспериментальный и теоретический анализ // Физика твердого тела. – 2020. – Т. 62, вып. 9. – С. 1527–1530. – DOI: 10.21883/FTT.2020.09.49781.27H. IF = 0,8 (РИНЦ). Объем: 0,25 п.л. Вклад автора: 0,3.

20. Харитонский П.В., Аникиева Ю.А., Золотов Н.А., **Гареев К.Г.**, Ралин А.Ю. Микромагнитное моделирование композитов Fe_3O_4-$Fe_{3-x}Ti_xO_4$ // Физика твердого тела. – 2022. – Т. 64, вып. 9. – С. 1323–1327. – DOI: 10.21883/FTT.2022.09.52827.31HH. IF = 0,8 (РИНЦ). Объем: 0,3 п.л. Вклад автора: 0,3.

21. Харитонский П.В., **Гареев К.Г.**, Ралин А.Ю., Сергиенко Е.С. Суперпарамагнетизм композитов Fe_3O_4–$Fe_{3-x}Ti_xO_4$: микромагнитное моделирование // Физика металлов и металловедение. – 2023. – Т. 124, № 1. – С. 49–55. – DOI: 10.31857/S0015323022601568. IF = 1,5 (РИНЦ). Объем: 0,4 п.л. Вклад автора: 0,3.

22. Kharitonskii P., Zolotov N., Kirillova S., **Gareev K.**, Kosterov A., Sergienko E., Yanson S., Ustinov A., Ralin A. Magnetic Granulometry, Mössbauer Spectroscopy, and Theoretical Modeling of Magnetic States of Fe_mO_n–$Fe_{m-x}Ti_xO_n$ Composites // Chinese Journal of Physics. – 2022. – Vol. 78. – P. 271–296. – DOI: 10.1016/j.cjph.2022.06.024. IF = 4,4 (JIF). Объем: 1,5 п.л. Вклад автора: 0,3.

23. Kharitonskii P., Bobrov N., **Gareev K.**, Kosterov A., Nikitin A., Ralin A., Sergienko E., Testov O., Ustinov A., Zolotov N. Magnetic Granulometry, Frequency-

Dependent Susceptibility and Magnetic States of Particles of Magnetite ore from the Kovdor Deposit // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2022. – Vol. 553. – P. 169279. – DOI: 10.1016/j.jmmm.2022.169279. IF = 2,5 (JIF). Объем: 0,5 п.л. Вклад автора: 0,5.

24. Kharitonskii P., Sergienko E., Ralin A., Setrov E., Sheidaev T., **Gareev K.**, Ustinov A., Zolotov N., Yanson S., Dubeshko D. Superparamagnetism of Artificial Glasses Based on Rocks: Experimental Data and Theoretical Modeling // Magnetochemistry. – 2023. – Vol. 9, issue 10. – P. 220. – DOI: 10.3390/magnetochemistry9100220. IF = 2,6 (JIF). Объем: 1,3 п.л. Вклад автора: 0,2.

25. Сергиенко Е.С., Янсон С.Ю., **Гареев К.Г.**, Харитонский П.В., Ралин А.Ю., Шейдаев Т.С., Сетров Е.А. Магнитные свойства и моделирование параметров гистерезиса раковин фораминифер Срединно-Атлантического хребта // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2024. – Т. 88, № 4. – С. 609–617. – DOI: 10.1134/S1062873823706232. IF = 0,7 (РИНЦ). Объем: 0,5 п.л. Вклад автора: 0,3.

26. Кононова И.Е., **Гареев К.Г.**, Мошников В.А., Альмяшев В.И., Кучерова О.В. Самосборка фрактальных агрегатов системы магнетит–диоксид кремния в постоянном магнитном поле // Неорганические материалы. – 2014. – Т. 50, № 1. – С. 75–81. – DOI: 10.7868/S0002337X14010114. IF = 1,4 (РИНЦ). Объем: 0,4 п.л. Вклад автора: 0,5.

27. Альмяшев В.И., **Гареев К.Г.**, Ионин С.А., Левицкий В.С., Мошников В.А., Теруков Е.И. Исследование структуры, элементного и фазового состава композитных слоев Fe3O4−SiO2 методами растровой электронной микроскопии, рамановской спектроскопии и тепловой десорбции азота // Физика твердого тела. – 2014. – Т. 56, № 11. – С. 2086–2090. IF = 0,8 (РИНЦ). Объем: 0,3 п.л. Вклад автора: 0,5.

28. Смердов Р.С., Бочарова Т.В., Левицкий В.С., **Гареев К.Г.**, Мошников В.А., Теруков Е.И. Спектроскопические свойства гамма-облученных

композитных наночастиц Fe*m*O*n*-SiO2 // Физика твердого тела. – 2016. – Т. 58, вып. 5. – С. 892–896. IF = 0,8 (РИНЦ). Объем: 0,3 п.л. Вклад автора: 0,3.

29. **Гареев К.Г.**, Лучинин В.В., Севостьянов Е.Н., Тестов И.О., Тестов О.А. Частотная зависимость коэффициента поглощения электромагнитного излучения в магнитной жидкости // Журнал технической физики. – 2019. – Т. 89, вып. 6. – С. 948–951. – DOI: 10.21883/JTF.2019.06.47645.331-18. IF = 0,7 (РИНЦ). Объем: 0,25 п.л. Вклад автора: 0,8.

30. Тестов О.А., **Гареев К.Г.**, Лучинин В.В., Комлев А.Е., Тестов Д.О., Тестов И.О., Хмельницкий И. К. Конформная интегрируемая микро- и нанокомпозиционная пассивная электромагнитная защита объектов биотехносферы // Нано- и микросистемная техника. – 2022. – Т. 24, № 3. – С. 143–153. – DOI: 10.17587/nmst.24. IF = 0,2 (РИНЦ). Объем: 0,7 п.л. Вклад автора: 0,3.

31. **Gareev K.G.** Interaction of Nanocomposites Based on the Fe*m*O*n*–SiO2 System with an Electromagnetic Field in an Ultra-Wide Frequency Range // Magnetochemistry. – 2020. – Vol. 6, issue 2. – P. 24. – DOI: 10.3390/magnetochemistry6020024. IF = 2,6 (JIF). Объем: 0,7 п.л. Вклад автора: 1,0.

32. Афонин М.В., Балбекин Н.С., Гареев Г.З., **Гареев К.Г.**, Горшков А.Н., Королев Д.В., Лучинин В.В., Смолянская О.А. Особенности терагерцовых спектров наночастиц оксида железа в оболочке из диоксида кремния и наночастиц оксида и гидроксида железа // Оптический журнал. – 2017. – Т. 84, № 8. – С. 16–22. IF = 0,5 (РИНЦ). Объем: 0,4 п.л. Вклад автора: 0,3.

33. Toropova Y.G., Golovkin A.S., Malashicheva A.B., Korolev D.V., Gorshkov A.N., **Gareev K.G.**, Afonin M.V., Galagudza M.M. *In Vitro* Toxicity of Fe*m*O*n*, Fe*m*O*n*-SiO2 Composite, and SiO2-Fe*m*O*n* Core-Shell Magnetic Nanoparticles // International Journal of Nanomedicine. – 2017. – Vol. 12. – P. 593–603. – DOI: 10.2147/IJN.S122580. IF = 6,6 (JIF). Q1 (JCR, SJR). Объем: 0,7 п.л. Вклад автора: 0,3.

34. Торопова Я.Г., Зелинская И.А., Маркитантова А.С., Печникова Н.А., Чефу С.Г., Королев Д.В., **Гареев К.Г.**, Поволоцкая А.В., Маньшина А.А. Влияние наночастиц магнетита и коллоидных частиц Fe*m*O*n*–SiO2 на функциональное состояние эндотелия при внутривенном введении крысам // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2017. – Т. 103, № 12. – С. 1416–1424. IF = 0,4 (РИНЦ). Объем: 0,5 п.л. Вклад автора: 0,3.

35. Торопова Я.Г., Печникова Н.А., Зелинская И.А., Королев Д.В., **Гареев К.Г.**, Маркитантова А.С., Богушевская В.Д., Поволоцкая А.В., Маньшина А.А. Изучение гемосовместимости магнитных наночастиц магнетита и композитных частиц магнетита-кремнезема *in vitro* // Бюллетень сибирской медицины. – 2018. – Т. 17, № 3. – С. 157–167. – DOI: 10.20538/1682-0363-2018-3-157-167. IF = 0,7 (РИНЦ). Объем: 0,7 п.л. Вклад автора: 0,3.

36. Toropova Y.G., Zelinskaya I.A., Gorshkova M.N., Motorina D.S., Korolev D.V., Velikonivtsev F.S., **Gareev K.G.** Albumin covering maintains endothelial function upon magnetic iron oxide nanoparticles intravenous injection in rats // Journal of Biomedical Material Research Part A. – 2021. Vol. 109, issue 10. – P. 2017–2026. – DOI: 10.1002/jbm.a.37193. IF = 3,9 (JIF). Q1 (SJR). Объем: 0,6 п.л. Вклад автора: 0,2.

37. Королев Д.В., Постнов В.Н., Евреинова Н.В., Бабикова К.Ю., Наумышева Е.Н., Шульмейстер Г.А., Магрук М.А., Мишанин В.И., Торопова Я.Г., **Гареев К.Г.**, Мурин И.В. Синтез магнитных наночастиц с рентгеноконтрастной меткой // Журнал общей химии. – 2018. – Т. 88, № 12. – С. 2094–2098. – DOI: 10.1134/S0044460X18120259. IF = 1,4 (РИНЦ). Объем: 0,3 п.л. Вклад автора: 0,2.

38. Королев Д.В., Евреинова Н.В., Захарова Е.В., **Гареев К.Г.**, Наумышева Е.Б., Постнов Д.В., Постнов В.Н., Галагудза М.М. Исследование возможности иммобилизации фосфокреатина на поверхности наночастиц кремнезема и магнетита для таргетной доставки // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2019. – № 5. – С. 1096–1101. IF = 2,6 (РИНЦ). Объем: 0,4 п.л. Вклад автора: 0,2.

39. Королев Д.В., Захарова Е.В., Евреинова Н.В., Торопова Я.Г., Печникова Н.А., Сергиенко Е.С., **Гареев К.Г.** Динамика естественного биораспределения магнитных наночастиц, полученных различными способами, при их однократном введении крысам стока Wistar // Трансляционная медицина. – 2016. – Т. 3, № 4. – С. 56–65. – DOI: 10.18705/2311-4495-2016-3-4-56-65. IF = 0,5 (РИНЦ). Объем: 0,6 п.л. Вклад автора: 0,2.

40. Торопова Я.Г., Печникова Н.А., Королев Д.В., **Гареев К.Г.**, Зелинская И.А., Минасян С.М. Центральная гемодинамика и органная микроциркуляция в различных органах у крыс при однократном внутривенном введении магнитных наночастиц // Трансляционная медицина. – 2016. – Т. 3, № 4. – С. 72–81. – DOI: 10.18705/2311-4495-2016-3-4-72-81. IF = 0,5 (РИНЦ). Объем: 0,6 п.л. Вклад автора: 0,2.

41. Торопова Я.Г., Моторина Д.С., Горшкова М.Н., **Гареев К.Г.**, Королев Д.В., Мужикян А.А. Влияние внутривенного введения крысам наночастиц магнетита с различными оболочками на функциональное состояние и морфологию эндотелия и на антиоксидантный статус // Трансляционная медицина. – 2020. – Т. 7, № 2. – С. 52–64. – DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-2-52-64. IF = 0,5 (РИНЦ). Объем: 0,8 п.л. Вклад автора: 0,2.

42. Торопова Я.Г., Бельская Н.В., Бельский Ю.П., Королев Д.В., **Гареев К.Г.** Изучение влияния однократного и многократного внутривенного введения магнитных наночастиц на основе оксида железа на показатели свертывающей системы крыс // Трансляционная медицина. – 2020. – Т. 7, № 6. – С. 82–92. – DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-6-82-92. IF = 0,5 (РИНЦ). Объем: 0,7 п.л. Вклад автора: 0,2.

43. Торопова Я.Г., Богушевская В.Д., Мишанин В.И., Королев Д.В., **Гареев К.Г.** Изучение эффективности и безопасности магнитоуправляемой доставки магнитных наночастиц на модели изолированного сердца крысы // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2019. – Т. 105, № 3. – С. 386–398. – DOI: 10.1134/S0869813919030117. IF = 0,4 (РИНЦ). Объем: 0,8 п.л. Вклад автора: 0,2.

44. Toropova Y., Korolev D., Istomina M., Shulmeyster G., Petukhov A., Mishanin V., Gorshkov A., Podyacheva E., **Gareev K.**, Bagrov A., Demidov O. Controlling the Movement of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles Intended for Targeted Delivery of Cytostatics // International Journal of Nanomedicine. – 2021. Vol. 16. – P. 5651–5664. – DOI: 10.2147/IJN.S318200. IF = 6,6 (JIF). Объем: 0,8 п.л. Вклад автора: 0,3.

На диссертацию и автореферат поступило 11 дополнительных отзывов, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получены новые научно обоснованные технологические и научные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. В частности, разработана технология синтеза нанокомпозитов на основе модельной системы Fe_mO_n–SiO_2, которые за счет варьирования среднего размера зерен оксида железа в диапазоне 10…30 нм и фазового состава ферримагнитной фракции обладают управляемыми в широких пределах магнитными свойствами: удельным магнитным моментом насыщения от единиц до десятков А·м²/кг и коэрцитивной силой от ~10^2 до ~10^6 А/м. В рамках единого технологического подхода разработаны три способа получения нанокомпозитов на основе модельной системы Fe_mO_n–SiO_2 (одностадийный и двухстадийный способы получения низкокоэрцитивных нанокомпозитов, а также способ получения высококоэрцитивных нанокомпозитов с фазой ε-Fe_2O_3). Низкокоэрцитивные нанокомпозиты Fe_mO_n–SiO_2, полученные одностадийным способом, в водной среде формируют устойчивый коллоидный раствор, стабильный при воздействии постоянного магнитного поля и при изменении ионной силы дисперсионной среды. Методами осаждения и соосаждения с последующей гидро- или

сольвотермальной обработкой получены природоподобные магнитные нанокомпозиты на основе модельной системы Fe_mO_n–TiO_2, обеспечивающие воспроизведение основных особенностей структуры и состава естественных титаномагнетитов. Получены магнитные композиты на основе синтетических и литогенных частиц оксидов железа и гибкой матрицы на основе кремнийорганического гидрогеля или твердой матрицы на основе гипса, которые обеспечивают снижение мощности проходящего электромагнитного излучения в диапазоне частот 2…18 ГГц не менее чем в 10 раз при толщине 5 мм. Эксперименты *in vitro* и *in vivo* в согласовании с численными расчетами позволили установить возможность применения наночастиц на основе модельной системы Fe_mO_n–SiO_2 для контрастирования в магнитно-резонансной томографии и для магнитоуправляемой доставки лекарств. Практическая значимость результатов работы также подтверждается патентами РФ №2639709 «Способ получения магнитной жидкости» и №2688894 «Электромагнитный экран».

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Использование разработанных теоретических моделей и экспериментальных данных для статических и динамических магнитных характеристик позволяет обнаружить суперпарамагнитную фракцию в исследуемых структурах при количествах ферримагнетика существенно меньших 1 % по объему, не выявляемых традиционными методами анализа, и определить распределение зерен по магнитным состояниям.

2. Полученные структуры на основе модельной системы «оксиды железа – диоксид кремния» обеспечивают экспериментальное определение пороговых уровней воздействия магнитного поля и электромагнитного излучения в диапазоне частот $0…10^{21}$ Гц, при достижении которых за счет различных

физических и химических процессов, включая диполь-дипольное магнитное взаимодействие, радиационно- и термически-индуцированные фазовые превращения в ряду «магнетит–маггемит–гематит», осуществляется направленное изменение магнитных свойств композитов.

3. Наличие оболочки диоксида кремния обеспечивает агрегативную устойчивость магнитных наночастиц на основе модельной системы «оксиды железа – диоксид кремния» при их нахождении в кровотоке в случае системного введения в организм животных, что позволяет осуществлять магнитоуправляемую доставку с использованием постоянных магнитов.

На заседании 22.05.2025 диссертационный совет принял решение присудить К.Г. Гарееву ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета МГУ.013.5
Доктор физико-математических наук,
профессор Перов Николай Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного совета МГУ.013.5
кандидат физико-математических наук Шапаева Татьяна Борисовна

22.05.2025