

Известия Алтайского государственного университета. 2026. № 4 (150). С. 11–21.
Izvestiya of Altai State University. 2026. No 4 (150). P. 11–21.

ФИЗИКА

Научная статья

УДК 53

[https://doi.org/10.14258/izvasu\(2026\)4-01](https://doi.org/10.14258/izvasu(2026)4-01)

Физические исследования в журнале «Известия Алтайского государственного университета», 1996–2026 гг.

*Сергей Александрович Безносюк¹, Анатолий Алексеевич Лагутин²,
Сергей Викторович Макаров³, Владимир Александрович Плотников⁴,
Виктор Владимирович Поляков⁵*

¹Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, bsa1953@mail.ru

²Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, a.a.lagutin@gmail.com

³Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, makarov@phys.asu.ru

⁴Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, plotnikov@phys.asu.ru

⁵Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, pvv@asu.ru

PHYSICS

Original article

Physical Research Studies in the "Izvestiya of Altai State University" Journal, 1996–2026

*Sergey A. Beznosyuk¹, Anatoly A. Lagutin², Sergey V. Makarov³,
Vladimir A. Plotnikov⁴, Viktor V. Polyakov⁵*

¹Altai State University, Barnaul, Russia, bsa1953@mail.ru

²Altai State University, Barnaul, Russia, a.a.lagutin@gmail.com

³Altai State University, Barnaul, Russia, makarov@phys.asu.ru

⁴Altai State University, Barnaul, Russia, plotnikov@phys.asu.ru

⁵Altai State University, Barnaul, Russia, pvv@asu.ru

Аннотация. Подводятся краткие итоги деятельности журнала «Известия Алтайского государственного университета» за 30-летний период с 1996 по 2026 гг. в области физических исследований. Приводятся данные, демонстрирующие значительный вклад журнала в развитие физических знаний, в объединение исследователей различных вузов и научных организаций, в поддержку молодых исследователей, в проведение значимых научных мероприятий, а также в подготовку кадров высшей квалификации, прежде всего для регионов Сибири. Описываются отдельные направления современных физических исследований, которые были наиболее подробно представлены в публикациях журнала, в том числе по физике конденсированного состояния, теоретической физике и физике космоса, физике наносистем и нанотехнологиям.

Abstract. The review summarizes the results of publishing activities of the "Izvestiya of Altai State University" journal for the 30-year period from 1996 to 2026 in the field of physical research. The presented data demonstrate the significant contribution of the journal to the development of physical knowledge, unification of researchers from various universities and scientific organizations, support of young researchers, holding significant scientific events, and training highly qualified personnel, primarily for Siberian regions. The paper identifies and describes specific strands of modern physical research that have been most thoroughly presented in the journal's papers, including condensed matter physics, theoretical physics and space physics, and the physics of nanosystems and nanotechnology. There are also several essential examples of significant scientific

Рассматриваются актуальные примеры ряда значимых научных результатов в области физики, нашедшие свое отражение на страницах журнала за 30-летний период его издания.

Ключевые слова: физические исследования, научные публикации, научные журналы, подготовка кадров высшей квалификации

Для цитирования: Безносюк С.А., Лагутин А.А., Макаров С.В., Плотников В.А., Поляков В.В. Физические исследования в журнале «Известия Алтайского государственного университета», 1996–2026 гг. // Известия Алтайского государственного университета. 2026. № 4 (150). С. 11–21. [https://doi.org/10.14258/izvasu\(2026\)4-01](https://doi.org/10.14258/izvasu(2026)4-01).

Вклад журнала «Известия Алтайского государственного университета» в развитие научных исследований по физике

В 2026 г. журнал «Известия Алтайского государственного университета» отмечает 30-летний юбилей. У его истоков стоял крупный ученый-радиофизик, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор В.Л. Миронов, бывший в то время ректором университета и ставший первым главным редактором журнала.

Первый выпуск журнала, вышедший в 1996 г., был посвящен естественно-научным исследованиям и содержал 4 статьи по физике. В 1997 г. было опубликовано 7 статей, а за все 90-е гг. (1996–1999) — уже 44 статьи по физике. Быстрый рост авторитета и известности журнала, его признанный научным сообществом высокий уровень привел к стабильному росту числа публикаций. Так, в период 2000–2010 гг. вышло 188 статей, с 2011 по 2020 гг. — 178 статей, всего к настоящему времени опубликовано 518 статей по физике. Среди авторов — известные ученые нашей страны, представляющие ведущие университеты Российской Федерации, академические институты, исследовательские центры. Практически в каждом выпуске журнала представлены работы зарубежных авторов, прежде всего — из стран Азии и государств СНГ, при этом география авторов ежегодно расширяется.

Признанием высокого уровня публикаций явилось вхождение журнала «Известия АлтГУ» в Перечень ВАК с момента появления этого Перечня. В настоящее время журнал включен в Перечень ВАК по следующим научным специальностям по физике: 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики, 1.3.3. Теоретическая физика, 1.3.6. Оптика, 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Журнал также входит в «Белый список» научных журналов с момента его появления, он представлен в отечественных (РИНЦ, КиберЛенинка) и международных (DOAJ, EBSCO, Dimensions, OCLC-WorldCAT, Global Impact Factor, Universal Impact Factor и др.) базах данных.

results in the field of physics, reflected on the pages of the journal over the 30-year period of its publication.

Keywords: physical research, scientific publications, scientific journals, training of highly qualified personnel

For citation: Beznosyuk S.A., Lagutin A.A., Makarov S.V., Plotnikov V.A., Polyakov V.V. Physical Research Studies in the "Izvestiya of Altai State University" Journal, 1996–2026. *Izvestiya of Altai State University*. 2026. No 4 (150). P. 11–21. (In Russ.). [https://doi.org/10.14258/izvasu\(2026\)4-01](https://doi.org/10.14258/izvasu(2026)4-01).

Подводя итоги, можно уверенно утверждать, что за 30 лет активной публикационной деятельности журналу «Известия Алтайского государственного университета» удалось внести существенный вклад в развитие физических исследований в нашей стране. Наряду с фундаментальными теоретическими исследованиями по физике, с разработками новых методов физических исследований в журнале всегда уделялось и продолжает уделяться большое внимание междисциплинарным физическим изысканиям, а также актуальным физическим работам прикладной направленности. В качестве примера таких работ можно привести исследования новых подходов к актуальным проблемам экологии, основанных на комплексном физическом инструментарии.

На страницах журнала «Известия Алтайского государственного университета» помещаются материалы, освещающие международные форумы и конференции по физике, важнейшие события в сфере физической науки, памятные даты известных ученых-физиков, сотрудничающих с журналом. Научные результаты, представленные на наиболее крупных научных мероприятиях, публикуются в специализированных тематических выпусках журнала. Это также способствует сближению и объединению исследователей из различных научных и образовательных организаций, образованию и поддержке научных коллабораций, интеграции научных программ и проектов.

Значителен вклад опубликованных в журнале статей в выполнение проектов, поддержанных научными грантами — РФФИ, РНФ, проектов по ведомственным программам Минобрнауки РФ и РАН, по региональным научно-практическим программам, по конкурсам молодых ученых. Так, в качестве примера, в юбилейном выпуске журнала «Известия Алтайского государственного университета» № 1 за 2026 г. из 8 статей три публикации было поддержано Российским научным фондом, две публикации выполнялись в рамках государственного задания на проведение научных исследований, одна публикация была поддержана по программе «Приоритет — 2030».

Заслуживает отдельного упоминания вклад журнала в подготовку молодых ученых-физиков, это проявляется в поддержке аспирантских исследований и работ молодых соискателей кандидатских и докторских ученых степеней. Особое значение имеет такая поддержка для научной молодежи из регионов Сибири и Алтайского края. В плане подготовки кадров высшей научной квалификации журнал тесно взаимодействует с диссертационными советами Алтайского государственного университета, действующими с 1999 г., в настоящее время — по направлениям «Приборы и методы экспериментальной физики» и «Физика конденсированного состояния» (по физико-математическим наукам). Значительное число молодых физиков — научных сотрудников и преподавателей вузов — получило навыки плодотворного научного общения благодаря тому, что их первые серьезные публикации были поддержаны журналом «Известия Алтайского государственного университета».

О высоко авторитете журнала «Известия АлтГУ» свидетельствует также такой факт, как регулярные ссылки на вышедшие в нем публикации в ведущих научных журналах, в частности, в наиболее авторитетных научных изданиях по физике. В качестве примера можно привести публикации [1–14].

В последующих разделах подведены краткие итоги научного вклада журнала «Известия Алтайского государственного университета» в ряд основных научных направлений современной физики.

Исследования по теоретической физике и физике космоса

Особенностью первого десятилетнего периода существования журнала является публикация трех специальных выпусков, полностью посвященных решению проблем астрофизики высоких энергий, физики космоса и дистанционного зондирования Земли.

Среди важнейших результатов в области теоретической физики, опубликованных в журнале, следует отметить развитую в АлтГУ профессорами А.А. Лагутиным и В.В. Учайкиным теорию сопряженных каскадных уравнений (Известия АлтГУ, спецвыпуск, № 9, 1998). Оригинальная идея предложенного подхода заключается в том, что вместо отслеживания эволюции огромного числа частиц на пути от источника до детектора (прямой метод Монте-Карло) достаточно вычислить так называемую функцию ценности, имеющей смысл вероятности того, что частица, рожденная на конкретном этапе развития каскадного процесса, даст вклад в сигнал детектора. Математический аппарат теории является основой решения обратных задач, а также широко используется в задачах расчета отклика детектора. В частности, метод сопряженных уравнений был применен в АлтГУ для установления связи вариаций измеряемого физического отклика (сигнала детектора) с вариациями параметров атмосферы, в которой

происходит развитие широких атмосферных ливней (ШАЛ), инициируемых частицами космических лучей в атмосфере Земли. В рамках созданной с использованием такого подхода теории чувствительности разработана технология получения поправок на температурный эффект в показаниях детектора, регистрирующего частицы ШАЛ (Лагутин А.А., Волков Н.В., Ревякин А.И., Известия АлтГУ, № 1, 2024).

Одним из ярких результатов применения сопряженного подхода и развитого на его базе в АлтГУ полуаналитического метода моделирования атмосферных ливней, инициируемых космическими лучами в земной атмосфере, стало новое скейлинговое свойство пространственного распределения электронов (Известия АлтГУ, спецвыпуск, № 9, 1998). Первоначально установленное для электронно-фотонных каскадов, порождаемых гамма-квантами сверхвысоких и ультравысоких энергий, оно было подтверждено и для широких атмосферных ливней от первичных протонов и ядер. Важно, что это свойство практически нечувствительно к модели адрон-ядерных взаимодействий. Итогом данного исследовательского трека стал новый подход к восстановлению массового состава космических лучей, основанный на универсальных физических свойствах развития атмосферных ливней (применение новых индикаторов типа первичной частицы — масштабных параметров функций пространственного распределения, измеряемых наземными сцинтилляционными детекторами в различных диапазонах расстояний от оси ливня, обеспечивающих на порядок большую статистику по сравнению с детекторами атмосферного излучения ШАЛ) (Райкин Р.И., Волков Н.В., Лагутин А.А. и др., Известия АлтГУ, №1, 2020). Было показано, что использование данного подхода в рамках многокомпонентного анализа данных (мульти)гибридных измерений Якутской комплексной установки ШАЛ в комбинации с независимо измеряемыми параметрами продольного развития дает возможность эффективной дискриминации индивидуальных событий по типу первичной частицы, включая ливни, инициированные гамма-квантами и нейтрино, вплоть до ультравысоких энергий с учетом эффекта ЛПМ и взаимодействия с геомагнитным полем (Известия АлтГУ, спецвыпуск, № 1-S, 2008). Отметим, что важнейшие результаты в исследованиях ЭФК получены при плодотворном сотрудничестве с японскими коллегами из Университета Сайтама, в том числе с профессором Акео Мисаки.

Фундаментальные и прикладные результаты были получены в области гамма-астрономии. Результатом совместных исследований, проводимых учеными АлтГУ с коллегами из Института ядерной физики им. Макса Планка (Хейдельберг, Германия), стала разработка уникальной технологии разделения общего потока космических лучей (КЛ) на различные ком-

поненты в диапазоне энергий от 1 до 100 ТэВ/а.е.м. по данным имиджинговых атмосферных черенковских телескопов. Первые результаты применения этой технологии были опубликованы в спецвыпуске журнала за 1998 г. Практическое применение технологии было предложено д.ф.-м.н. А.В. Плешинниковым и старшим научным сотрудником ИЯФ им. Макса Планка Ф.А. Агароняном в 2008 г. в рамках планировавшейся к запуску наземной астрофизической обсерватории 5@5, а также на базе обсерватории H.E.S.S. в Намибии (Известия АлтГУ, спецвыпуск, № 1-S, 2008).

Одним из самых ярких результатов, опубликованных на страницах журнала, стала модель неклассической диффузии, обобщающая модель распространения КЛ Гинзбурга — Сыроватского на случай диффузии частиц в резко-неоднородной межзвездной среде с перемежаемым магнитным полем. Математический аппарат этой теории, разработанный в АлтГУ, включает операторы интегрирования дифференцирования дробного порядка. Решения уравнений для источников, моделирующих генерацию КЛ в астрофизических объектах, содержат функции распределения, относящиеся к классу устойчивых. Формулировка уравнений неклассической диффузии и их решения даны в спецвыпуске журнала «Известия АлтГУ» за 2004 г. Отметим, что спустя 20 лет после создания этой теории ее уникальные результаты, а именно: изломы в наблюдаемом энергетическом спектре КЛ, возникающие естественным образом без использования дополнительных предположений, степенные асимптотики до и после изломов и мягкий спектр генерации частиц в источниках, подтверждены в прецизионных экспериментах последнего поколения. Таким образом, модель неклассической диффузии позволяет дать ясную астрофизическую интерпретацию всей совокупности наблюдательных данных, а также является стимулом к пересмотру основных позиций так называемого стандартного сценария происхождения, ускорения и распространения КЛ в Галактике, принятого сегодня научным сообществом (Известия АлтГУ, спецвыпуск, № 1-S, 2008; Лагутин А.А., Волков Н.В., Тюменцев А.Г., Серебрякова Т.Л., Известия АлтГУ, № 1, 2025).

В специальном выпуске журнала за 2008 г. были опубликованы статьи, отражающие результаты первых лет работы Центра космического мониторинга Алтайского госуниверситета. За короткий период учеными и сотрудниками были созданы и внедрены в цепочку операционной деятельности Центра оригинальные вычислительные комплексы восстановления характеристик атмосферы и подстилающей поверхности в оперативном режиме по принимаемым данным радиометра MODIS и зондирующего комплекса AIRS, расположенных на борту спутников Terra и Aqua (Известия АлтГУ, спецвыпуск № 1-S, 2008).

Принимаемые сегодня в Центре данные позволяют проводить мониторинг территории Западной Сибири более 20 раз в сутки, создавать более 40 геофизических параметров: профили температуры, влажности и озона, температуры подстилающей поверхности, альбедо, аэрозольной оптической толщины атмосферы, структуры снежного покрова и влагозапаса снега, скорости выпадения жидких и твердых осадков, ливневые осадки с градом в период вегетации и др. Оперативные данные этих сенсоров позволяют также осуществлять краткосрочное прогнозирование источников и рисков чрезвычайных ситуаций.

За более чем 25-летний период работы Центра в нем создан уникальный банк данных для региона Западной Сибири, позволяющий решать широкий круг задач по исследованию климатических изменений (Лагутин А.А., Волков Н.В., Мордвин Е.Ю., Резников А.Н., Известия АлтГУ, № 1, 2012; Лагутин А.А., Макушев К.М., Мордвин Е.Ю., Волков Н.В., Известия АлтГУ, № 1, 2014; Лагутин А.А., Волков Н.В., Донцов А.А., Известия АлтГУ, № 1, 2014), а также изучать динамику поведения в атмосфере основных углеродосодержащих парниковых газов (Лагутин А.А., Мордвин Е.Ю., Шмаков И.А., Известия АлтГУ, № 1, 2012). Отметим, что сегодня в число приоритетных задач, решаемых в Центре, входит разработка методов и технологий метеорологического обеспечения астрофизических измерений, проводимых на территории России на полигоне международной гамма-обсерватории TAIGA (Буднев Н.М., Волков Н.В., Лагутин А.А., Известия АлтГУ, № 4, 2020; Лагутин А.А., Волков Н.В., Ревякин А.И., Известия АлтГУ, № 1, 2024; Лагутин А.А., Известия АлтГУ, № 4, 2020; Лагутин А.А., Волков Н.В., Ревякин А.И., Известия АлтГУ, № 1, 2024).

Исследования по физике конденсированного состояния

Публикации по тематике, связанной с физикой конденсированного состояния (физическое материаловедение, физика прочности и пластичности, физика металлов и сплавов и др.), в журнале «Известия АлтГУ» появились с первых его выпусков. Так, в самом первом номере была помещена статья В.В. Полякова, В.А. Турецкого, А.В. Егорова «Влияние структуры пористых металлов на магнитные характеристики» (Известия АлтГУ, № 1, 1996). В статье В.В. Полякова с сотрудниками (Егоров А.В., Лепендин А.А., Поляков В.В., Свистун И.Н., Известия АлтГУ, № 1, 2002) была предложена модель акустической эмиссии при пластической деформации и разрушении структурно-неоднородного материала, основанная на представлениях теории протекания. В статье В.А. Плотников, Д.В. Коханенко (Известия АлтГУ, № 1, 2004) было показано, что акустическая эмиссия, сопровождающая мартенситные превращения в никелиде титана, при наличии внешнего негидро-

статического механического напряжения является специфическим механизмом рассеяния энергии при кооперативных переходах атомов из исходной фазы в конечную, а также при сопутствующих мартенситным превращениям процессах пластической деформации. Применение метода главных компонент для акустико-эмиссионной диагностики металлических сплавов предложено в работе В.В. Полякова и А.В. Егорова (Известия АлтГУ, № 1, 2009), в которой на примере деформации алюминиевых сплавов проведен анализ информативных параметров акустической эмиссии с помощью метода главных компонент. Полученные результаты свидетельствуют, что такой подход существенно повышает достоверность диагностики материалов, в том числе при наличии мешающих факторов, например различных скоростей нагружения.

Изучение акустической эмиссии для диагностики деформации и разрушения материалов продолжается до сих пор. Так, в статьях 2009 г. (Лепендин А.А., Поляков В.В., Матвеев С.И., Известия АлтГУ, № 1, 2009; Егоров А.В., Матвеев С.И., Известия АлтГУ, № 1, 2009) представлен подход, основанный на анализе амплитудных распределений и спектральных характеристик сигналов акустической эмиссии при разрушении пористого железа. В то же время исследования акустической эмиссии при термоупругих мартенситных превращениях в сплавах на основе никелида титана вышли на уровень фундаментальных трактовок диссипации энергии. В статье (Плотников В.А., Гранкина Е.Ю., Грязнов А.С., Известия АлтГУ, № 1, 2009) анализируется деформационный гистерезис в циклах мартенситных превращений в никелиде титана в условиях механического нагружения, согласно которому накопление и возврат деформации в цикле мартенситных превращений сопровождается диссипацией энергии, что свидетельствует о протекании необратимых процессов, несмотря на механическую обратимость сплава. Вклад акустической эмиссии в общую диссипацию энергии существенно мал.

Публикационная активность по проблемам физического материаловедения возросла после открытия в 2013 г. в Алтайском государственном университете совместно с Институтом физики прочности и материаловедения СО РАН Лаборатории контроля качества материалов и изделий. Сотрудники лаборатории приняли активное участие в выполнении проекта, заключенного между ИФПМ СО РАН и РКК «Энергия», а также в выполнении проекта по госзаданию «Новые акустические и электромагнитные методы исследования деформационного поведения металлов и сплавов». Итогом совместной работы по проблемам сварки трением с перемешиванием являются разработка многочастотного метода вихревого неразрушающего контроля (Егоров А.В., Поляков В.В., Салита Д.С., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 1/1, 2014), позволяющего обрабатывать большое число экспери-

ментальных данных, повышающего достоверность дефектоскопии алюминиевых сплавов. В другой публикации (Плотников В.А., Макаров С.В., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 1/1, 2014) рассмотрены закономерности акустической эмиссии в условиях пластической деформации алюминий-магниевого сплава при температурах начиная от 400 °С и механическом напряжении выше 50 МПа в условиях активации зернограницных процессов, в которых доминирующим является зернограницное проскальзывание, сопровождающееся возрастанием интенсивности генерации дислокаций и формированием полос деформации. Совместная работа по проектам с ИФПМ СО РАН и по госзаданию Минобрнауки РФ активно продолжалась, что привело к получению фундаментальных данных о механизмах формирования акустической эмиссии и пороговых значениях механического напряжения и температуры, достижение которых приводит к деформационному структурному переходу от процессов накопления деформации, контролируемых термически активируемым переползанием дислокаций, к контролируемым зернограницными процессами (Макаров С.В., Плотников В.А., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 1/2, 2015; Макаров С.В., Плотников В.В., Лысков М.В., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 1/2, 2015; Макаров С.В., Лысков М.В., Колубаев Е.А., Плотников В.А., Известия АлтГУ, № 1/2, 2015). В это же время проведены важные исследования механических свойств сварного шва в алюминиевых сплавах, свидетельствующие о связи их с дефектами структуры (Поляков В.В., Колубаев Е.А., Салита Д.С., Дмитриев А.А., Известия АлтГУ, № 1/1, 2015), диагностика которых осуществляется регистрацией и анализом акустической эмиссии, проявляющейся в изменении вида кривых «среднеквадратичное напряжение — степень деформации» (Поляков В.В., Егоров А.В., Салита Д.С., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 1, 2015).

Следует также отметить, что работы по данной научной тематике в силу ее актуальности продолжают. Так, в публикации А. Левихина, В. Рубцова, Е. Колубаева (Известия АлтГУ, № 4, 2017) рассматривалась возможность применения метода акустической эмиссии в качестве онлайн-мониторинга процесса сварки трением с перемешиванием листового проката плакированного алюминиевого сплава А2024 толщиной 5 мм. Показано, что акустическая эмиссия в режиме реального времени позволяет идентифицировать наличие дефектов сварного шва, а также их локализацию. Использование обработки материалов фрикционным перемешивающим методом является одной из передовых технологий по упрочнению и модификации поверхности металлов и сплавов в современном машиностроении (Судариков А.В., Чумаевский А.В., Черемнов А.М., Зыкова А.П., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 4, 2022). Было также проведено исследова-

ние влияния фрикционной перемешивающей обработки на структуру и механические свойства медного сплава (Черемнов А.М., Чумаевский А.В., Княжев Е.О., Калашникова Т.А., Колубаев Е.А., Известия АлтГУ, № 1, 2023).

В журнале «Известия АлтГУ» группа исследователей из ИФПМ СО РАН опубликовала цикл статей, посвященных анализу локализации деформации, фундаментальному явлению в физике прочности и пластичности материалов. В публикации С.А. Баранниковой, П.В. Исаковой (Известия АлтГУ, № 1, 2023) представлены закономерности макроскопической неоднородности и локализации пластического течения при одноосном растяжении образцов Fe-Cr-Ni поликристаллов, в которых можно изменить стадийность деформационных кривых за счет понижения температуры испытаний. Уже в следующей статье (Известия АлтГУ, № 4, 2024) эти же авторы установили, что при одноосном растяжении поликристаллического алюминия на стадии параболического деформационного упрочнения наблюдается стационарное распределение очагов локализации пластической деформации (стационарная диссипативная структура). Оценка плотности дислокаций (Баранникова С.А., Колосов С.В., Исакова П.В., Известия АлтГУ, № 1, 2025) на стадиях деформационного упрочнения и линейной корреляция между величинами приложенных внешних напряжений и внутренних напряжений может быть использована для расчетов деформационной кинетики в рамках автоволновой модели пластичности.

Исследованию дислокационной структуры металлических материалов коллективами томских исследователей был посвящен цикл статей в «Известиях АлтГУ». Так, в 2021 г. опубликованы статьи группы авторов (Тришкина Л.И., Черкасова Т.В., Клопотов А.А., Потеев А.И., Известия АлтГУ, № 1, 2021; Известия АлтГУ, № 4, 2021), в которых изучены дислокационные структуры и накопление дислокаций при деформации поликристаллических ГЦК твердых растворов систем Cu-Al и Cu-Mn. Показано, что на каждой стадии деформации присутствует, как правило, две дислокационные субструктуры, размытие перехода между которыми связано с наличием слабоустойчивых предпереходных структурно-фазовых состояний. Описание современного состояния физической науки о прочности и пластичности возможно в рамках многоуровневого подхода (Тришкина Л.И., Клопотов А.А., Потеев А.И., Черкасова Т.В., Известия АлтГУ, № 1, 2023). Согласно такому подходу накопление дислокаций в материале после различных степеней деформации является основным механизмом упрочнения металлического поликристалла, а основным параметром упрочнения является средняя скалярная плотность дислокаций, компонентами которой служат плотность статистически запасенных и плотность геометрически необходимых дислокаций. Продолжением

этого цикла статей стали публикации, в которых анализируется ячеистая дислокационная субструктура при деформации, оценены вклады скалярной плотности дислокаций, плотности дислокаций в стенках ячеек, границ разориентированных ячеек, оборванных субграниц, границ полосовой и фрагментированной субструктур и границ зерен (Тришкина Л.И., Клопотов А.А., Потеев А.И., Черкасова Т.В., Бородин В.И., Известия АлтГУ, № 1, 2024; Известия АлтГУ, № 4, 2024; Известия АлтГУ, № 4, 2025).

В «Известиях АлтГУ» широко представлен технологический цикл исследований научной школы В.Е. Громова (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк), практическая направленность которых обусловлена активным взаимодействием с металлургическим комплексом Новокузнецка. Эти исследования связаны главным образом с технологией электровзрывных упрочняющих покрытий, изучением структуры и свойств сталей и сплавов, анализом эксплуатационного ресурса рельсов. В статьях представлены результаты исследования эксплуатационного ресурса железнодорожных рельсов (Кузнецов Р.В., Громов В.Е., Иванов Ю.Ф. и др. Известия АлтГУ, № 1, 2021; Известия АлтГУ, № 1, 2022; Известия АлтГУ, № 1, 2023). Длительная эксплуатация рельсов сопровождается формированием градиента структурных составляющих, заключающегося в закономерном изменении относительного содержания пластинчатого перлита, разрушенного перлита, скалярной структурой феррит-карбидной смеси и избыточной плотности дислокаций по сечению головки рельсов. Показано, что в поверхностном слое основной механизм упрочнения обусловлен взаимодействием движущихся дислокаций с малоугловыми границами. Повышению микротвердости и износостойкости стали путем комбинированной обработки, включающей электровзрывное боромеднение и последующую электронно-пучковую обработку, посвящена статья группы авторов СибГИУ (Вашук Е.С., Будовских Е.А., Башенко Л.П., Громов В.Е., Аксенова К.В., Известия АлтГУ, № 4, 2021). Строение зоны электровзрывного легирования по глубине включает в себя покрытие, приповерхностный, промежуточный и приграничный слои. Ее общая толщина достигает 25 мкм. Электронно-лучевая обработка приводит к объединению покрытия с приповерхностным слоем, увеличивая глубину зоны упрочнения до 80 мкм. Рассмотрена проблема получения упрочняющих покрытий из неэквивалентного высокоэнтропийного сплава Fe-Co-Cr-Ni-Mn и Fe-Co-Cr-Ni-Al (Чень С., Иванов Ю.Ф., Громов В.Е. и др., Известия АлтГУ, № 4, 2023; Известия АлтГУ, № 4, 2024). Нанесение высокоэнтропийного покрытия на поверхность сплава 5083 по технологии проволоочно-дугового аддитивного переноса металла сопровождается взаимным легированием приграничной области

покрытия и подложки. Структура электровзрывного покрытия системы $\text{TiB}_2\text{-Ni-Ag}$ представлена в публикации (Почетуха В.В., Романов Д.А., Ващук Е.С., Громов В.Е., Известия АлтГУ, № 1, 2026). Покрытие системы $\text{TiB}_2\text{-Ni-Ag}$ получено на медной подложке путем одновременного электрического взрыва серебряной и никелевой фольги и порошка TiB_2 . Толщина покрытия около 160 мкм, структура которого содержит включения TiB_2 микрокристаллического и нанокристаллического размера.

Основная проблема, которая присуща фактически всем вариантам получения покрытий, является низкая адгезионная прочность на границе раздела покрытие — подложка. В этой связи для повышения адгезионной прочности используют различные схемы повышения связи материала подложки и материала покрытия, например, как в уже цитированной публикации (Почетуха В.В., Романов Д.А., Ващук Е.С., Громов В.Е., Известия АлтГУ, № 1, 2026), для получения прочного слоя из частиц TiB_2 на медной подложке использовали дополнительно взрывной перенос диспергированной никелевой и серебряной фольги. Однако суть проблемы — это отсутствие межатомной связи на границе раздела. Решение проблемы активации химических реакций на границе раздела между материалом покрытия и материалом подложки предложено в работе (Макаров С., Олимов М., Плотников В. и др., Известия АлтГУ, № 1, 2018). На границе раздела никель / алюминий сформирована обширная диффузионная зона при термической активации диффузионных процессов. Обширная диффузионная зона состоит из интерметаллических соединений системы Ni-Al, преимущественно NiAl и Ni_3Al . Фактически граница раздела размыта, а адгезионная прочность определяется прочностью композита алюминий — интерметаллиды NiAl и Ni_3Al диффузионной зоны. Впоследствии такой подход был развит в серии статей Е.П. Шевчук с соавторами (Шевчук Е.П., Плотников В.А., Бектасова Г.С., Известия АлтГУ, № 4, 2018; Шевчук Е.П., Плотников В.А., Садибеков А.Б., Известия АлтГУ, № 4, 2019). В этих работах представлена структура слоев диффузной зоны при борировании стали-20, где активация диффузионных процессов при образовании боридов FeB и Fe_2B осуществлялась индукционным нагревом до 1000 °С шихты, содержащей в качестве активной реакционной компоненты борную кислоту. Формирование обширной диффузионной зоны при борировании стали-20 может быть осуществлено не только индукционным нагревом, но и микродуговой наплавкой шихты, содержащей железо и борную кислоту (Шевчук Е.П., Плотников В.А., Бектасова Г.С., Известия АлтГУ, № 1, 2021).

Интерес представляют статьи научных сотрудников Института геологии и минералогии СО РАН им. В.С. Соболева (Новосибирск), в которых рассмотрены процессы структурообразования мине-

ралов в земной коре на примере образования гранатов, содержащих «легкие» редкоземельных элементов, что ассоциирует их с алмазами. Гранатосодержащие образцы были получены в реакционной системе с добавлением самария на многопуансонном аппарате «разрезная сфера» (БАРС) при давлении 5 ГПа и температуре 1300 °С (Лин В.В., Чепуров А.А., Жимулев Е.И., Известия АлтГУ, № 4, 2021; Лин В.В., Чепуров А.А., Жимулев Е.И., Туркин А.И., Известия АлтГУ, № 1, 2023). Большой интерес представляют исследования устойчивости к графитизации лонсдейлитсодержащих импактных алмазов (метеоритных алмазов) Попигайского месторождения при давлении 6 ГПа и температуре 1600–2250 °С (Чепуров А.А., Жимулев Е.И., Грязнов И.А. и др., Известия АлтГУ, № 1, 2026). Показано, что при высоких Р-Т параметрах в импактных алмазах появляются два типа структур графита: высокоупорядоченный и низкоупорядоченный (аморфный) графиты.

Сотрудники Сибирского федерального университета (Красноярск) в своих статьях рассмотрели проблемы получения алюмоматричных композитных материалов Al-SiC в условиях высокоэнергетического воздействия на порошковую заготовку короткого высоковольтного импульса электрического тока и механического давления, находящихся широкое применение в различных отраслях промышленности: автомобильной, авиа- и ракетостроении, судостроительной (Масанский О.А., Токмин А.М., Анисимов А.Г., Масанский С.О., Известия АлтГУ, № 1, 2024; Масанский О.А., Токмин А.М., Масанский С.О. и др., Известия АлтГУ, № 1, 2025). Сотрудники Национального исследовательского Томского государственного университета и ИФПМ СО РАН изучали механическое поведение металлокерамического композита (фактически алюмоматричного композита, рассмотренного выше) при действии различных термомеханических нагрузок (Землянов А.В., Гатиятуллина Д.Д., Балохонов Р.Р., Известия АлтГУ, № 4, 2022). Для описания механической реакции алюминиевой матрицы использовалась упругопластическая модель, а для керамических частиц — упругохрупкая модель (Землянов А.В., Гатиятуллина Д.Д., Балохонов Р.Р., Известия АлтГУ, № 1, 2022).

Статьи по различным аспектам структурного состояния кристаллов и его эволюции при внешнем высокоэнергетическом воздействии, выполненном компьютерным моделированием методом молекулярной динамики, представлены научной школой профессора М.Д. Старостенкова. Среди них — исследования влияния лазерной абляции на строение ОЦК-кристалла (Гостевская А.Н., Маркидонов А.В., Старостенков М.Д. и др., Известия АлтГУ, № 4, 2022); влияния высоких температур, возникающих при лазерном воздействии, на строение ОЦК-кристалла (Гостевская А.Н., Маркидонов А.В., Старостенков М.Д. и др., Известия

АлтГУ, № 4, 2023); структурно-энергетических характеристик сплавов NiAl, имеющих отклонения от стехиометрического состава кристалла (Потекаев А.И., Чаплыгина А.А., Старостенков М.Д. и др., Известия АлтГУ, № 4, 2020); изучение механизмов взаимодействия и аннигиляции агрегатов вакансий и межузельных атомов в двумерной решетке упорядоченного сплава сверхструктуры $L1_2$ (Старостенков М.Д., Пожидаева О.В., Тихонова Т.А. и др., Известия АлтГУ, № 1, 2010). Исследование дискретных бризеров в кристаллах Pt3Al и CuAu, осуществленное методом молекулярной динамики с использованием как парных, так и многочастичных потенциалов, показало, что дискретные бризеры с жестким типом нелинейности способны сосредоточивать энергию в несколько электронвольт, но при этом оставаясь мобильными, перемещаются по кристаллу вдоль плотноупакованных направлений. Продemonстрировано, что внешние поля, осциллирующие с частотой вне фононного спектра кристалла A_3B , могут являться причиной возбуждения бризеров с мягким типом нелинейности вблизи его поверхности (Старостенков М.Д., Захаров П.В., Медведев Н.Н., Известия АлтГУ, № 4, 2019).

География авторов публикаций по проблемам физического материаловедения в «Известиях АлтГУ» весьма широка. Здесь можно отметить Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова (Абакан), Карагандинский государственный технический университет (Караганда, Казахстан), Юго-Западный государственный университет (Курск), Кемеровский государственный университет (Кемерово), Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова (Усть-Каменогорск, Казахстан), Таджикский национальный университет (Душанбе, Таджикистан), Военно-космическую академию им. А.Ф. Можайского (Санкт-Петербург), Университет Вэньчжоу (Вэньчжоу, Китай), Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН (Бийск), Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (Санкт-Петербург), Институт математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета, Институт ядерных исследований (Далат, Вьетнам) и другие вузы и научно-исследовательские организации.

Исследования по нанофизике и нанотехнологиям

В год основания журнала «Известия Алтайского государственного университета» в научном мире разворачивалась нанотехнологическая революция, объединившая под своим флагом прорывное междисциплинарное направление нанонаук, ядром которых стала нанофизика. Общим для этого направления был «наноскопический масштаб» физических яв-

ний и процессов наномира, простиравшийся в диапазоне длин от одной миллиардной метра («нанометра») и выше. С самого своего первого выпуска в 1996 г. журнал «Известия АлтГУ» стал публиковать актуальные статьи по данному активно развивавшемуся научно-техническому направлению.

Первой публикацией по этому направлению в журнале стала статья С.А. Безносюка с соавторами «Электронная нанотехнология материалов» (Известия АлтГУ, № 1, 1996). В ней рассмотрен двухэлектронный механизм «обменной блокады» границ наночастиц в неравновесных конденсированных состояниях вещества. Этот подход был развит в статье С.А. Безносюка, М.С. Жуковского и др. (Известия АлтГУ, № 3, 2001). Рассмотрен самоорганизующий эффект сильной двухэлектронной корреляции — «обменной блокады» электронных роев атомно-молекулярных систем (АМС) компактных наночастиц (компактонов) неравновесного мезо-уровня термостатистических систем материала. Показано, что топология 2D-границ компактонов консолидирует иерархию трех уровней термодинамической динамики неравновесной самоорганизации конденсированного состояния: квантово-механический, квантово-статистический и термостатистический.

В дальнейших публикациях (Известия АлтГУ, № 3, 2003) была показана успешность ранее развитого подхода термостатистических систем при моделировании и решении задачи получения выпрямляющих диодов. В статье С.А. Безносюка и Л.В. Фоминой показан весь комплекс трех иерархических стадий мезо-уровневых вычислений процессов водного электроосаждения иридия на арсенид галлия n-типа, что позволило объяснить окраску раствора и объяснить наблюдаемые пики выходов иридия по току при обработке электролита ВЧ-электромагнитным полем.

Активное взаимодействие с журналом было у научной школы профессора М.Д. Старостенкова, представленной исследованиями методом молекулярной динамики. Первой публикацией этой научной группы по данному направлению была статья (Известия АлтГУ, № 1, 1997), посвященная упорядочению криогенных атомарно-диспергированных растворов переходных металлов в бензоле. В компьютерном эксперименте был исследован атомный порядок в продуктах парофазного криогенного синтеза систем «переходный металл — бензол». Расчет был проведен на основе неэмпирических межчастичных потенциалов. Это один из первых расчетов наноструктурных фазовых переходов металлоорганических веществ. В статье В.С. Мясниченко и М.Д. Старостенкова исследована зависимость формы и структуры нанокластеров системы Cu-Au от скорости охлаждения при различных концентрациях компонент (Известия АлтГУ, № 1-1, 2011). В этой статье структура двухкомпонентных нанокластеров Cu_nAu_{144-n} различного состава и 145-атомных кластеров меди и золота изу-

чена методом молекулярной динамики, было рассчитано распределение атомов Au, Cu в кластерах, соответствующих различным наночастицам.

В журнале «Известия АлтГУ» был опубликован ряд статей по компьютерному моделированию строения наноматериалов. В 2014 г. (Известия АлтГУ, № 1, 2014) вышла статья А.В. Болеста и В.М. Фомина «Моделирование поведения поликристаллической меди в условиях квазистатического нагружения методом молекулярной динамики». В ней предложена методика молекулярно-динамического моделирования ГЦК поликристаллической меди. Начальное размещение атомов в расчетной ячейке «разогревалось» выше точки плавления при атмосферном давлении. Затем расплав резко охлаждался, и изотермически в течение нескольких десятков наносекунд формировался нанокристалл. В том же номере журнала в статье В.В. Огородникова была представлена модель межатомных взаимодействий в тугоплавких карбидах d-переходных металлов, позволяющая эффективно использовать метод молекулярной динамики для проведения виртуальных испытаний нанокристаллов на прочность при различных видах нагружения в широком интервале температур.

В 2014 г. в журнале «Известия АлтГУ» авторами Ив.С. Коноваленко, Иг.С. Коноваленко был теоретически изучен нагрев наноструктур двухслойных медно-никелевых пленок. Показано, что в структуре пленок различной толщины при их отделении от подложки начинают генерироваться вихревые коллективные движения атомов.

В области нанопластики отметим ряд актуальных журнальных статей по экспериментальным результатам. В статье Т.А. Борисова, А.А. Филиппова, В.М. Фомина (Известия АлтГУ, № 1, 2012) была разработана технология получения гетерогенных материалов и изучены их физико-механические характеристики на основе эпоксидных олигомеров ЭД-20 и Праймер-204, наполненных диоксидом кремния — таркосилом. Проведено сравнение экспериментальных и теоретических данных. В статье Е.С. Ананьева с соавторами изучены структура и физико-механические свойства реактопластов, полученных горячим отверждением эпоксициановой смолы ЭД-20, модифицированной углеродными (УДА, УДАГ) и оксидными (Al_2O_3) наноматериалами (Известия АлтГУ, № 3, 2012). Зависимости физико-механических свойств материалов от их фрактальной размерности показали применимость к этим нанокомпозитам принципа мультипликативности. В статье В.А. Плотнокова, Д.Г. Богданова с соавторами было показано, что консолидация наноалмазных частиц в условиях термобарического спекания создает поликристаллические наноалмазные агрегаты высокой твердости и износостойкости (Известия АлтГУ, № 1, 2017).

С 2017 г. в мире ускоренно разворачивается гонка нанотехнологий второй квантовой революции. Журнал «Известия АлтГУ» не остался в стороне, в нем вышла приоритетная статья С.А. Безносюка, М.С. Жуковского и О.А. Масловой под названием «Аттосекундные нанотехнологии: электронные механизмы формирования неравновесных квантовых супра-атомных наноструктур материалов» (Известия АлтГУ, № 1, 2017). В статье показано, что в случае применения аттосекундных однократных импульсов жесткого УФ / мягкого рентгена в неравновесном конденсированном состоянии компактонов может спонтанно возникнуть сетевая топология субатомных по толщине и нанометровых по протяженности квантовых электромеханических границ. Индуцируемые аттосекундными однопериодными фотонами в местах существующих топологических границ «обменной блокады» компактонов статические χ -моды топологических 2D-дефектов электрического поля $\phi(r)$ за счет «электрической блокады» и запутывания пограничных пар электронов e - χ - e соседних компактонов в итоге разделяют эти компактоны заряженными интерфейсами. Сеть «струнных» e - χ - e интерфейсов задает в неравновесном конденсированном состоянии топологию электромеханических систем (ЭМС) компактонов. В результате возникает неравновесное состояние материала разграниченных e - χ - e интерфейсами наноструктур с экстремально высоким энергоинформационным ресурсом. Функциональные возможности состояний соответствуют статусу интеллектуальных квантовых электромеханических устройств — основы квантовых технологий интеллектуальных производств ближайшего будущего.

Только в двадцатых годах XXI в. были получены однократные аттосекундные фотоны мягкого рентгена с помощью синхротронных лазеров на свободных электронах. За это была присуждена Нобелевская премия по физике 2023 г. Откликом на это событие был опубликованный в 2024 г. обзор М.С. Жуковского «Развитие теории и эксперимента в области сенсорно-актуаторных квантовых технологий биомиметических материалов» (Известия АлтГУ, № 1, 2024). В обзоре дан анализ единого подхода к описанию аттосекундной субатомной физики и фемтосекундной химии интеллектуальных материалов. Синхротронная генерация аттосекундных однопериодных фотонов открыла путь к точному управлению аттосекундной субатомной квантовой динамикой электронов. Дан анализ значимости моделей квантовой физикохимии и иерархической системы компьютерных вычислений сенсорно-актуаторного управления квантовыми технологиями не только на субатомном и супраатомном, но также и на высших структурных масштабных уровнях строения квантовых биомиметических материалов.

Библиографический список

1. Bekezina T.P., Vaisbekker M.S., Burmistrova V.A., Bozhkov V.G. Electrochemical Deposition of Iridium onto Gallium Arsenide from a Sulfamate Electrolyte Based on Hexachloroiridic (IV) Acid // *Russian Journal of Applied Chemistry*. 2023. Vol. 96. No 12. P. 1063–1075.
2. Beznosyuk S.A. The Second Quantum Revolution: Development of Subatomic Quantum Nanotechnologies of Intelligent Materials // *International Journal of Nanotechnology*. 2024. Vol. 21. No 1/2. P. 17–25. <https://doi.org/10.31489/2959-0663/3-23-5>
3. Bozhkov V.G., Shmargunov A.V., Torkhov N.A., Novikov V.A. The ir-n-GaAs Schottky Barrier Contacts Made by Electrochemical Deposition // *Journal of Applied Physics*. 2014. Vol. 115. No 22. P. 224505.
4. Dmitriev A.A., Polyakov V.V., Lependin A.A. Investigation of Plastic Deformation of Aluminum Alloys Using Wavelet Transforms of Acoustic Emission Signals // *Letters on Materials*. 2018. Vol. 8. Iss. 1. P. 33–36. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2018-1-33-36>
5. Erlykin A.D., Wolfendale A.W. The Anisotropy of Galactic Cosmic Rays as a Product of Stochastic Supernova Explosions // *Astroparticle Physics*. 2006. Vol. 25. P. 183–194.
6. Kucheryavskiy S., Egorov A., Polyakov V. Coupling Analytical Models and Machine Learning Methods for Fast and Reliable Resolution of Effects in Multifrequency Eddy-current Sensors // *Sensors*. 2021. Vol. 21. Iss. 2. P. 618. <http://doi.org/10.3390/s21020618>
7. Lagutin A.A., Volkov N.V. Where are the Pevatrons that Form the Knee in the Spectrum of the Cosmic Ray Nucleon Component Around 4 PeV? // *Physics of Atomic Nuclei*. 2023. Vol. 86. No 6. P. 1076–1082.
8. Maslova O.A., Ryabykh A.V., Beznosyuk S.A. On the Problem of the Proton Permeability of Graphene and Borophene in Different Dielectric Media // *Tech. Phys. Lett.* 2022. No 48. P. 316–321. <https://doi.org/10.1134/S1063785022110049>
9. Plotnikov V.A., Makarov S.V. Acoustic Emission and Activation Parameters Upon High-Temperature Deformation of Aluminum // *Physics of Metals and Metallography*. 2008. Vol. 106. No 2. P. 202–21
10. Plotnikov V.A., Makarov S.V. Correlation Wave Effects for Elementary Deformation Events During High-temperature Loading of Aluminum and its Alloy // *Technical Physics*. 2020. Vol. 65. No 4. P. 635–639.
11. Trishkina L.I., Klopotov A.A., Potekaev A.I., et al. Influence of Dislocation Structure, Temperature and Grain Size on Hardening of Cu-Al Alloys in Low-stability State // *Russian Physics Journal*. 2026. <https://doi.org/10.1007/s11182-026-03710-5>
12. Uchaikin V.V., Erlykin A. D., Sibatov R.T. Nonlocal (fractional-differential) Model of Cosmic Ray Transport in the Interstellar Medium // *Physics — Uspekhi*. 2023. Vol. 66 (3). P. 221–262.
13. Uchaikin V.V., Sibatov R.T. Fractional Kinetics in Space : Anomalous Transport Models. New Jersey : World Scientific, 2018. 300 p.
14. Xiao J., Zhang F., Qiu F., Wang J. Automatic Visual Identification Of Defects by Magnetic Field Imaging Using Alternating Current Field Measurement Technique // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2025. Vol. 630. P. 173413. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2025.173413>

References

1. Bekezina T.P., Vaisbekker M.S., Burmistrova V.A., Bozhkov V.G. Electrochemical Deposition of Iridium onto Gallium Arsenide from a Sulfamate Electrolyte Based on Hexachloroiridic (IV) Acid. *Russian Journal of Applied Chemistry*. 2023. Vol. 96. No 12. P. 1063–1075.
2. Beznosyuk S.A. The Second Quantum Revolution: Development of Subatomic Quantum Nanotechnologies of Intelligent Materials. *International Journal of Nanotechnology*. 2024. Vol. 21. No 1/2. P. 17–25. <https://doi.org/10.31489/2959-0663/3-23-5>
3. Bozhkov V.G., Shmargunov A.V., Torkhov N.A., Novikov V.A. The ir-n-GaAs Schottky Barrier Contacts Made by Electrochemical Deposition. *Journal of Applied Physics*. 2014. Vol. 115. No 22. P. 224505.
4. Dmitriev A.A., Polyakov V.V., Lependin A.A. Investigation of Plastic Deformation of Aluminum Alloys Using Wavelet Transforms of Acoustic Emission Signals. *Letters on Materials*. 2018. Vol. 8. Iss. 1. P. 33–36. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2018-1-33-36>
5. Erlykin A.D., Wolfendale A.W. The Anisotropy of Galactic Cosmic Rays as a Product of Stochastic Supernova Explosions. *Astroparticle Physics*. 2006. Vol. 25. P. 183–194.
6. Kucheryavskiy S., Egorov A., Polyakov V. Coupling Analytical Models and Machine Learning Methods for Fast and Reliable Resolution of Effects in Multifrequency Eddy-current Sensors. *Sensors*. 2021. Vol. 21. Iss. 2. P. 618. <http://doi.org/10.3390/s21020618>
7. Lagutin A.A., Volkov N.V. Where are the Pevatrons that Form the Knee in the Spectrum of the Cosmic Ray Nucleon Component Around 4 PeV? *Physics of Atomic Nuclei*. 2023. Vol. 86. No 6. P. 1076–1082.
8. Maslova O.A., Ryabykh A.V., Beznosyuk S.A. On the Problem of the Proton Permeability of Graphene and Borophene in Different Dielectric Media. *Technical Physics Letters*. 2022. No 48. P. 316–321. <https://doi.org/10.1134/S1063785022110049>
9. Plotnikov V.A., Makarov S.V. Acoustic Emission and Activation Parameters Upon High-Temperature Deformation of Aluminum. *Physics of Metals and Metallography*. 2008. Vol. 106. No 2. P. 202–210
10. Plotnikov V.A., Makarov S.V. Correlation Wave Effects for Elementary Deformation Events During High-temperature Loading of Aluminum and its Alloy. *Technical Physics*. 2020. Vol. 65. No 4. P. 635–639.

11. Trishkina L.I., Klopotov A.A., Potekaev A.I., et al. Influence of Dislocation Structure, Temperature and Grain Size on Hardening of Cu-Al Alloys in Low-Stability State. *Russian Physics Journal*. 2026. <https://doi.org/10.1007/s11182-026-03710-5>

12. Uchaikin V.V., Erlykin A.D., Sibatov R.T. Nonlocal (Fractional-Differential) Model of Cosmic Ray Transport in the Interstellar Medium. *Physics — Uspekhi*. 2023. Vol. 66 (3). P. 221–262.

13. Uchaikin V.V., Sibatov R.T. *Fractional Kinetics in Space : Anomalous Transport Models*. New Jersey : World Scientific, 2018. 300 p.

14. Xiao J., Zhang F., Qiu F., Wang J. Automatic Visual Identification Of Defects by Magnetic Field Imaging Using Alternating Current Field Measurement Technique. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2025. Vol. 630. P. 173413. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2025.173413>

Информация об авторах

С.А. Безносюк, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и неорганической химии, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

А.А. Лагутин, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиоп физики и теоретической физики, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

С.В. Макаров, доктор физико-математических наук, доцент, директор Института цифровых технологий, электроники и физики, заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

В.А. Плотников, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры общей и экспериментальной физики, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

В.В. Поляков, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия.

Information about the authors

S.A. Beznosyuk, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Physical and Inorganic Chemistry, Altai State University, Barnaul, Russia;

A.A. Lagutin, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Radiophysics and Theoretical Physics Department, Altai State University, Barnaul, Russia;

S.V. Makarov, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Docent, Director of the Institute of Digital Technologies, Electronics, and Physics, Head of the Department of General and Experimental Physics, Altai State University, Barnaul, Russia;

V.A. Plotnikov, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Professor of the Department of General and Experimental Physics, Altai State University, Barnaul, Russia;

V.V. Polyakov, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Professor of the Department of Information Security, Altai State University, Barnaul, Russia.