



Ministry of Education and Science of Russian Federation  
Buryat State University  
Institute of Physical Materials Science SB of the RAS

# NANOMATERIALS AND TECHNOLOGIES-V

Proceedings of the International Scientific Conference

(Ulan-Ude, August, 27-30, 2014)

**Supported by Russian Foundation for Basic Research  
Grant №14-02-20180\_g**



Ulan-Ude  
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Бурятский государственный университет  
Институт физического материаловедения СО РАН

# НАНОМАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ-V

Сборник трудов  
5-й всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

(Улан-Удэ, 27-30 августа 2014 г.)

**При финансовой поддержке РФФИ  
Грант №14-02-20180 г**



Улан-Удэ  
2014

УДК 53:54  
ББК 22.3:24  
Н 254

*Программный комитет*

В.Е. Архинчеев д-р физ.-мат. наук, профессор, проректор по НИР БГУ (Улан-Удэ)  
С.П. Бардаханов, д-р физ.-мат. наук, профессор ИТПН СО РАН (Новосибирск) (сопредседатель)  
С.Л. Буянтуев, д-р техн. наук, профессор БГУ, ВСГУТУ (Улан-Удэ) (сопредседатель)  
Г.Г. Волокитин, д-р техн. наук, профессор ТГАСУ (Томск)  
А.А. Гаврилюк, д-р физ.-мат. наук, ИГУ (Иркутск)  
Г. Ендонгомбо, д-р техн. наук (Улан-Батор, Монголия)  
И.Б. Есипов, д-р физ.-мат. наук, профессор АКИН (Москва)  
Д.С. Сандитов, д-р физ.-мат. наук, профессор БГУ (Улан-Удэ)  
А.П. Семенов, д-р техн. наук, профессор, директор ИФМ СО РАН (Улан-Удэ)  
Ма Тун Цай, д-р техн. наук, профессор ДПУ (Далянь, Китай)

*Организационный комитет*

Ш.Б. Цыдыпов, д-р техн. наук, доцент БГУ (Улан-Удэ) (сопредседатель)  
В.М.Халтанова, канд. физ.-мат. наук, доцент БГУ (Улан-Удэ) (сопредседатель)  
Б.Б. Дамдинов, д-р физ.-мат. наук, доцент БГУ (Улан-Удэ) (сопредседатель)  
Б.Б. Бадмаев, д-р техн. наук, доцент ИФМ СО РАН (Улан-Удэ)  
А.В. Номоев, д-р физ.-мат. наук, доцент БГУ (Улан-Удэ)  
В.В. Мантатов, д-р физ.-мат. наук, доцент БГУ (Улан-Удэ)  
А.А. Машанов, канд. техн. наук, ст. преп. БГУ (Улан-Удэ)  
С.Ю. Шишулькин, канд. техн. наук, ст. преп. БГУ (Улан-Удэ)

*Ученый секретарь оргкомитета конференции*

Туяна Бэликовна Ким (8-3012)21-38-04

*Научные редакторы*

С.Л. Буянтуев, д-р техн. наук, профессор, зав. лаб. «Физика плазмы и плазменных технологий»  
Б.Б. Дамдинов, д-р физ.-мат. наук, доц., зав. лаб. «Физика неупорядоченных систем»

Н 254      **Наноматериалы и технологии:** сборник трудов 5-й всероссийской конференции с международным участием (Улан-Удэ, 27-29 августа 2014 г.) / науч. ред. С.Л. Буянтуев, Б.Б. Дамдинов. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2014. – 300 с. ISBN 978-5-9793-0677-3

В статьях конференции отражены проблемы и перспективы применения наноматериалов в современных технологиях. Включены результаты исследований по двум направлениям: наноструктурированные системы в физике конденсированного состояния, техника и технология наноматериалов.

**Nanomaterials and Technologies:** Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference (Ulan-Ude, August, 27-29, 2014) / sci. ed. S.L. Buyantuev, B.B. Damdinov. – Ulan-Ude: Buryat State University Publishing Department, 2014. – 300 с. ISBN 978-5-9793-0677-3

Proceedings of the conference devoted to the problems and prospects for the use of nanomaterials in modern technologies. It includes the results of research in two areas: nanostructured systems in condensed matter physics, engineering and technology of nanomaterials.

УДК 53:54  
ББК 22.3:24

ISBN 978-5-9793-0677-3

© Бурятский госуниверситет, 2014

## ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

В последнее время внимание исследователей направлено на получение новых материалов. При этом интерес представляют композиционные материалы с наноструктурной морфологией отдельных элементов. Такие материалы обладают уникальными свойствами, обусловленными квантоворазмерными эффектами, такими как большое магнитное сопротивление, высокая поглощающая способность, высокая дисперсность и развитая поверхность.

На секции «Наноструктурированные системы в физике конденсированного состояния» рассмотрены возможности получения новых функциональных материалов, а также вопросы фундаментального и прикладного характера. Представлены результаты исследований различных групп ученых России и зарубежья.

На секции «Техника и технология наноматериалов» приведены результаты исследований и разработок новых технологий получения материалов с применением различных современных методов и установок (плазменно-дуговых, электронно-ионных, ультразвуковых, химических и т.д.) и характеристики, состав, свойства полученных материалов. Рассмотрены вопросы оптимизации режимов работы данных установок, перспективы применения в различных отраслях науки и техники.

В работе 5-й всероссийской научной конференции приняли участие ученые вузов и научных организаций из России (Москва, Екатеринбург, Новосибирск, Новокузнецк, Томск, Красноярск, Иркутск, Ангарск, Улан-Удэ), Египта, Китая, Мексики, Монголии, Узбекистана и Украины.

**Ш.Б. Цыдыпов**, д-р техн. наук, профессор

**С.Л. Буянтуев**, д-р техн. наук, профессор

**Б.Б. Дамдинов**, д-р физ.-мат. наук, доцент

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

### Наноструктурированные системы в физике конденсированного состояния

Arkhincheev V.E., Yumozhapova N.V., Sharaldaeva D.A., El-Wakil S.A., Zahran M.A., Abulwafa E.M. Fractional calculus and its application to anomalous diffusion . . . . .	6
Petranovskii V., Hernández Espinosa M.A., Buyantuev S.L., Damdinov B.B. Presumable applications of natural zeolites in the development of nanomaterials . . . . .	12
Аграфонов Ю.В., Зеленцов Н.А., Петрушин И.С. Радиальная адимальная функция распределения металлических аморфных лент . . . . .	16
Архинчеев В.Е., Андреева Е.Ю. Введение в квантовые вычисления и управление движением частицы в магнитном поле . . . . .	22
Бадмаев Б.Б., Дембелова Т.С., Макарова Д.Н. Низкочастотная ( $10^5$ Гц) сдвиговая упругость воды . . . . .	26
Будаева О.А., Смирнягина Н.Н., Халтаров З.М. Строение и фазовый состав наноструктурированных боридных слоев на титановом сплаве ВТ1 после воздействия электронного пучка в вакууме . . . . .	28
Гришаев В.В., Есипов И.Б., Миронов М.А. Особенности нелинейности модуля сдвига тяжелой нефти . . . . .	29
Дармаев Т.Г., Номоев А.В. Математическое моделирование среды около колеблющихся пластинок Дашеев Д.Э., Полуконова А.Е., Смирнягина Н.Н., Милонов А.С. Моделирование, строение и физико-химические свойства наноструктурированных боридных слоев на углеродистых сталях, сформированных под воздействием электронного пучка . . . . .	36
Зырянов А.М., Зеленая А.Э., Луцык В.И. Пространственные модели четверных систем для коррекции графики фазовых диаграмм . . . . .	41
Ким Т.Б., Халтанова В.М., Смирнягина Н.Н. Наноструктурные слои боридов и карбидов вольфрама . . . . .	43
Ломухин Ю.Л., Атутов Е.Б., Бутуханов В.П. Многомодовая структура волн в задаче Френеля . . . . .	49
Ляховицкий М.М., Рошупкин В.В., Покрасин М.А., Нестеренко О.А., Клименко С.А. Наноинден-тирование: особенности и проблемы . . . . .	53
Макарова Д.Н., Дембелова Т.С., Бадмаев Б.Б., Бадархаев Б.В. Динамический модуль упругости и вязкость жидкостей . . . . .	63
Матвеев А.С., Базаров Б.Г., Харламова Т.С. Получение наноразмерных силиката Лантана и вольфрамата Циркония золь-гель методом . . . . .	66
Машанов А.А., Сандитов Д.С. Определение предэкспоненциального множителя в уравнении вязкости для боратных стекол с привлечением полинома Лагранжа . . . . .	69
Милонов А.С., Дашеев Д.Э., Смирнягина Н.Н., Семенов А.П. Особенности электроннолучевой на-плавки боридов переходных металлов под воздействием мощных электронных пучков в вакууме для поверхностного упрочнения углеродистых сталей . . . . .	73
Милонов А.С., Раднаев Баир В., Раднаев Бато В., Дашеев Д.Э., Смирнягина Н.Н. Жаростойкие и жаропрочные свойства наноструктурных слоев боридов переходных металлов . . . . .	77
Насрулин Э.Р., Зеленая А.Э., Парфенова М.Д. Разработка пространственных моделей фазовых диаграмм на ограничении системы $UCl_3-MgCl_2-NaCl-PuCl_3$ . . . . .	81
Номоев А.В., Базарова Д.Ж. Строение и механизм образования наночастиц ядро-оболочка, полу-ченных методом испарения-конденсации, исследование их оптических свойств . . . . .	86
Очиров В.Д., Смирнягина Н.Н., Дашеев Д.Э. Наноструктурирование низколегированного чугуна под воздействием электронного пучка в вакууме . . . . .	91
Павлов В.Ф., Линейцев А.В., Павлов И.В., Павлов М.В. Прозрачные СКМ Кальций-Магний алю-мосиликатной системы . . . . .	94
Пенкин А.Г., Терентьев В.Ф., Рошупкин В.В., Покрасин М.А., Чернов А.И. Исследование кинети-ки пластической деформации и фазовых превращений трип-стали методами акустической эмиссии и рентгеноструктурного анализа . . . . .	100
Романов Н.А., Номоев А.В., Калашников С.В., Раднаев Б.Р. Жидкокристаллические системы до-пированные наночастицами . . . . .	106
Сандитов Б.Д., Мункуева С.Б., Батлаев Д.З., Сангадиев С.Ш. Конфигурационно-активационная модель вязкого течения стеклообразующих жидкостей . . . . .	110
Сандитов Д.С. Модель делокализованных атомов и физико-механические свойства аморфных по-лимеров и стекол . . . . .	112
Сандитов Д.С., Сыдыков Б.С., Дармаев М.В., Мантатов В.В. Уравнение Бартенева в модели дело-кализованных атомов . . . . .	112
Старостин А.А., Скрипов П.В., Смотрицкий А.А., Лукьянов К.В., Ямпольский А.Д. Импульсный метод определения локальных теплофизических свойств диэлектриков в широком диапазоне температур . . . . .	117
Сыдыков Б.С., Бадмаев С.С., Сандитов Д.С. Критерий перехода стекло – жидкость . . . . .	118
Сызранцев В.В., Завьялов А.П. Влияние присоединенного слоя наножидкостей на агломерацию наночастиц . . . . .	121
Халтаров З.М., Милонов А.С., Дашеев Д.Э., Смирнягина Н.Н. Фазовый состав и строение наност-руктурированных сверхтвердых слоев диборида титана . . . . .	125

Хахинов В.В., Ильина О.В. Полимерные композиционные материалы с нанодобавками сажи . . . . .	132
Цыдыпов Ш.Б., Герман Е.И. Расчет адсорбционных характеристик модели «тонкий зазор – некристаллическое вещество» . . . . .	133
Цыдыпов Ш.Б., Герман Е.И., Парфенов В.Н. Моделирование методом молекулярной динамики эволюции структурных характеристик аргона в области термодинамически неравновесных состояний простой молекулярной системы . . . . .	135
Цыренжапова А.Б., Дембелова Т.С., Макарова Д.Н., Дамдинов Б.Б., Бадмаев Б.Б. Исследование низкочастотных вязкоупругих свойств суспензий наночастиц . . . . .	140
Цыренов В.А., Дембелова Т.С., Макарова Д.Н., Базарон Л.У., Стельмах С.А. Низкочастотные вязкоупругие свойства водорастворимых полимеров . . . . .	143
Цыренов Д.Б.-Д., Семенов А.П., Смирнягина Н.Н., Семенова И.А. Строение и фазовый состав наноструктурированных композитов TiN-Cu, сформированных комбинированным методом магнетронного распыления и дугового испарения . . . . .	146
Шангин В.В., Скрипов П.В., Старостин А.А. Оценка кратковременной термоустойчивости технических масел как средство контроля их качества . . . . .	151
Шарипов М.З., Соколов Б.Ю. Температурная зависимость начальной магнитооптической восприимчивости феррита-граната $Tb_3Fe_5O_{12}$ в окрестности температуры магнитной компенсации . . . . .	156
Шодорова С.Я., Воробьева В.П., Луцык В.И. Сборка 3D компьютерных моделей Т-х-у диаграмм систем Fe-Ni-R, Fe-Ni-S, Fe-R-S, Ni-R-S (R=Cu, Co) для улучшения технологии производства никеля, меди и кобальта . . . . .	159
Эшпулатов Б., Жуманов Х., Дустьмуродов Г., Жураев А. Влияние четверных магнетополяронов на магнитооптическое поглощение света в квантовой яме в сильном магнитном поле . . . . .	165

### Техника и технологии наноматериалов

Buyantuev S.L., Kondratenko A.S., Khmelev A.B., Ma Tung Tcai. Some features of determining the specific surface of activated carbons that passed the plasma treatment . . . . .	171
Lutsyk V.I. Materials genom and nanotechnologies . . . . .	176
Аветян М.А., Цыдыпов Б.Д. Задача тепломассопереноса эмиссионно-активирующих элементов твердотельных катодов . . . . .	183
Аветян М.А., Цыдыпов Б.Д. К расчету теплового состояния составного катодного узла плазменных устройств . . . . .	185
Александрова Г.П., Лесничая М.В., Фадеева Т.В., Карякина Л.Б., Сухов Б.Г., Трофимов Б.А. Нанокompозиты золота с полисахаридными матрицами для биомедицинского применения . . . . .	189
Балданова Д.М., Танганов Б.Б. Массы и размеры наночастиц (сольватированных ионов) . . . . .	190
Бархутова Д.Д., Данилова Э.В., Лазарева Е.В., Намсараев Б.Б. Микробные сообщества гидротерм Байкальской рифтовой зоны как потенциальные источники синтеза наночастиц . . . . .	195
Буянтуев С.Л., Старинский И.В., Шишулькин С.Ю., Г. Ендонгомбо. Образование пористой структуры в углях при обработке низкотемпературной плазмой . . . . .	199
Буянтуев С.Л., Кондратенко А.С., Хмелев А.Б. Исследование пористой структуры углей, прошедших плазменную обработку . . . . .	208
Буянтуев С.Л., Хмелев А.Б., Кондратенко А.С., Зонхоев Г.Б. Возможности получения водоугольных суспензий плазменным и электроразрядным методами . . . . .	213
Буянтуев С.Л., Дамдинов Б.Б., Базарсадаев Э.Ц., Будаева О.А. Изменение структуры и прочностных свойств при плавлении базальта и перлита . . . . .	218
Гаврилюк А.А., Гольгин Е.А., Семенов А.Л., Морозова Н.В., Моховиков А.Ю. Гаврилюк Б.В. Магнитные и магнитоупругие свойства наноструктурированных ферромагнитных проволок . . . . .	222
Завьялов А.П. Модель процессов формирования наночастиц в сублиматоре установки по получению нанопорошков . . . . .	228
Иванов Ю.Ф., Тересов А.Д., Иванова О.В., Громов В.Е., Будовских Е.А., Клопотов А.А. Электронно-ионно-плазменный комбинированный метод формирования градиентных многофазных наноструктурированных поверхностных слоев . . . . .	235
Клименов В.А., Борозна В.Ю., Власов В.А., Бадейников А.В., Волокитин Г.Г., Клопотов А.А. Создание наноструктурного состояния ультразвуковой обработкой в поверхностных слоях титановых сплавов . . . . .	241
Корнопольцев В.Н., Дашицыренова М.С., Аюрова О.Ж., Хмелев А.Б. Механические свойства модифицированного политетрафторэтилена . . . . .	247
Лесничая М.В., Александрова Г.П., Долмаа Г., Сухов Б.Г., Рэгдэл Д., Трофимов Б.А. Синтез золотосодержащих нанокompозитов с антиоксидантной активностью на основе гуминовых веществ различного происхождения . . . . .	248
Лхасаранов С.А., Урханова Л.А., Розина В.Е., Буянтуев С.Л., Бардаханов С.П. Дисперсно-армированные бетоны с базальтовой фиброй и нанокремнеземом . . . . .	249

Мурко В.И., Злобин В.И., Баранова М.П. Использование золошлаковых отходов угольных тэс в производстве строительных материалов .....	253
Потекаев А.И., Табаченко А.Н., Савостиков В.М., Дударев Е.Ф., Клименов В.А., Волокитин Г.Г., Клопотов А.А. Моделирование процессов получения наноструктурированного состояния на титановых сплавах .....	255
Сазонова Н.А., Скрипникова Н.К., Бадеников А.В., Волокитин Г.Г., Новикова Л.Е. Образование наноразмерных минералов под воздействием низкотемпературной плазмы .....	261
Симонян Л.М., Хилько А.А., Михалчан А.А., Асташкина О.В., Басок М.О. Исследование структуры и свойств металл-оксидных порошков электросталеплавильной пыли и полимерных композитов с их использованием .....	265
Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Миняева А.А., Семенов А.П., Смирнягина Н.Н. Использование фуллеренов, полученных путем синтеза в плазме высококачественной дуги, для модификации портландцемента .....	270
Урханова Л.А., Шестаков Н.И., Могнонов Д.М., Буянтуев С.Л. Улучшение дифракционно-прочностных свойств дорожных материалов путем модификации битума фуллеренсодержащей сажей .....	272
Ханхасаев В.Н., Дармаев Э.В. Локально-одномерная разностная схема двумерного по пространственным переменным гипербола-параболического уравнения теплопроводности с краевыми условиями третьего рода .....	277
Ханхасаев В.Н., Местникова Н.Н. Алгоритм численного решения гипербола-параболического уравнения теплопроводности одномерного по пространственной переменной в среде MATHCAD .....	283
Хартаева Э.Ч., Бардаханов С.П., Номоев А.В., Зобов К.Б., Завьялов А.П., Гармаев С.С. Воздействие электронного пучка на медный слиток .....	285
Хитерхеева Н.С., Батороев С.Б. Ультразвуковое диспергирование наноразмерных порошков в жидких средах .....	290
Шестаков Н.И., Урханова Л.А., Семенов А.П., Смирнягина Н.Н. Асфальтобетон с бтумом, модифицированным углеродным наномодификатором .....	293

Научное издание

## НАНОМАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ-V

Сборник трудов 5-й всероссийской научно-практической конференции с международным участием

(Улан-Удэ, 27-29 августа 2014 г.)

*В авторской редакции*

Компьютерная верстка: Б.Б. Дамдинов, С.Ю. Шишулькин

Информационная поддержка в сети интернет: А.А. Машанов

Официальный сайт конференции: <http://of.bsu.ru/>

Свидетельство о государственной аккредитации №1289 от 23 декабря 2011 г.

Подписано в печать 20.08.2014 г. Формат 60x84 1/8. Усл.печ.л. 34,88. Уч.-изд. л. 30,5. Тираж 500 экз. Заказ 172.  
Цена договорная.

Издательство Бурятского государственного университета: 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

Отпечатано в типографии Издательства БГУ: 670000, г. Улан-Удэ, ул. Сухэ-Батора, 3а