

Исследования функциональных материалов и наносистем с использованием рассеяния нейтронов

Руководители темы: Козленко Д.П.
Аксёнов В.Л.
Балагуров А.М.

Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Великобритания, Венгрия, Вьетнам, Германия, Египет, Индия, Испания, Италия, Казахстан, Китай, Куба, Латвия, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Таджикистан, Узбекистан, Украина, Франция, Чехия, Швейцария, ЮАР, Япония.

Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Изучение особенностей структурного строения и динамики новых функциональных материалов и наносистем, направленное на установление микроскопических механизмов формирования физических свойств и явлений, важных для развития современных представлений в области физики конденсированных сред, материаловедения, химии, геофизики, инженерных наук, биологии и фармакологии и развития современных технологий.

Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

В процессе реализации научной программы будут получены новые физические результаты по исследованию взаимосвязи между особенностями структурного строения и динамики новых функциональных материалов и наносистем и их физическими свойствами на микроскопическом уровне, имеющие важное значение для развития современных представлений в области физики конденсированных сред, химии, материаловедения, биофизики, геофизики и развития современных технологий в сфере электроники, компактных источников тока, фармакологии, медицины. Будут экспериментально проверены теоретические предсказания и модели, обнаружены новые явления и закономерности. В результате реализации методической программы будет проведена модернизация существующих и создание новых спектрометров на ИЯУ ИБР-2, что позволит расширить область их применения для проведения междисциплинарных научных исследований новых функциональных материалов и наносистем.

Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

Реализация научной программы

1. Анализ особенностей структурных фазовых превращений в магнестрикционных сплавах при вариации термодинамических условий, условий синтеза, термомеханической обработки.
2. Определение параметров атомной и магнитной структуры гейслеровских сплавов типа $MnNi_{1-x}M_xSb$ (M – переходный металл) в широком диапазоне термодинамических параметров.
3. Определение параметров кристаллической, магнитной и электронной подсистем многофункциональных оксидов на основе кобальта, марганца, железа в области спинового перехода и фазовых переходов антиферромагнетик–ферромагнетик–парамагнетик, металл–изолятор в широкой области температур и давлений.
4. Анализ эффектов влияния высокого давления на кристаллическую и магнитную структуру слоистых низкоразмерных магнитных материалов.
5. Определение влияния микроструктуры электродов при варьировании состава на протекание процессов заряда-разряда в малогабаритных источниках электрического тока. Прояснение структурных механизмов, отвечающих за емкость и долговечность источников. Выбор оптимальных режимов разряда/заряда при циклировании.
6. Анализ процессов осаждения и интеркаляции электрически активных ионов и их производных из жидких и твердых электролитов на электрохимических границах раздела в малогабаритных источниках электрического тока. Сравнительное изучение характеристик адсорбционных слоев (плотность, толщина, однородность) на электрохимических границах раздела для актуальных электролитов и электродов.
7. Установление явлений и эффектов, обусловленных взаимодействием ферромагнитного и сверхпроводящего параметров порядка в сложных гетероструктурах с ферромагнитным и геликоидальным магнитным порядком.
8. Определение структурной устойчивости коллоидных систем, в том числе медико-биологических растворов, в объеме и на межфазных границах в различных условиях. Определение характеристик адсорбционных слоев на границах

раздела при нарушении устойчивости в результате внешнего воздействия градиентных электрических и магнитных полей, а также температурных эффектов. Определение влияния на адсорбцию образования агрегатов в объеме.

9. Определение структуры ряда актуальных наносистем на основе композиционных углерод- и кремнийсодержащих материалов, в том числе на основе фуллеренов, нанодIAMAZOV и их биоактивных производных. Переход к изучению сложных многокомпонентных систем. Определение условий синтеза гомогенных систем. Изучение эффектов фазового расслоения в актуальных практических системах.
10. Определение структурных характеристик магнитных эластомеров, полимерных и полимерно-белковых комплексов, перспективных для технологических применений.
11. Определение структуры и колебательных спектров молекулярных комплексов: ионно-молекулярных инклюзивных материалов и комплексов с переносом электрического заряда, структурных и динамических параметров водородных связей в биологически активных материалах.
12. Выявление молекулярных механизмов взаимодействия белков, димеризации и функциональных характеристик надмолекулярных структур и молекулярных комплексов. Установление закономерностей и связей структурных характеристик и функций белков, белковых комплексов и мембран-белковых агрегатов. Анализ влияния на фазовое состояние мембран состава и внешних параметров.
13. Определение структурных характеристик, термодинамических и диффузионных свойств липидных наносистем для транспорта лекарственных средств и нанолечарств.
14. Анализ геофизических процессов в литосфере по данным о текстурах глубинных и приповерхностных горных пород. Определение связи сейсмической анизотропии пород литосферы с текстурами минералов, преимущественно ориентированными трещинами и порами.
15. Исследование кристаллографической текстуры и фазового состава биологических объектов (раковин моллюсков, кораллов, костей и зубов животных, биоминерализованных структур).
16. Неразрушающий контроль остаточных внутренних напряжений и микродеформаций в реальных промышленных изделиях и современных конструкционных материалах, возникающих в результате различных технологических процессов (металло- и термообработка, сварка, прокатка, штамповка, 3D-печать и др.).
17. Изучение взаимосвязи между микроструктурой и термомеханическими свойствами перспективных функциональных и конструкционных материалов (высокопрочные стали, алюминиевые и магниевые сплавы, композиты, металлокерамики и т.д.), анализ механического поведения конструкционных материалов при внешних воздействиях (нагрузка, температура).
18. Анализ внутреннего строения и построение 3D моделей объектов культурного и природного наследия, промышленных материалов и изделий по данным нейтронной томографии и радиографии.
19. Уточнение механизмов радиационных повреждений твердых тел, получение ресурсных данных по радиационной стойкости материалов.

Реализация методической программы развития спектрометров на ИЯУ ИБР-2

1. Разработка и создание основных элементов нового спектрометра неупругого рассеяния в обратной геометрии на 2 канале.
2. Разработка и создание элементов основной конфигурации спектрометра малоуглового рассеяния и имиджинга на 10 канале.
3. Развитие нейтроноводной и детекторной системы нового дифрактометра ДН-6 для исследования микрообразцов, направленное на улучшение технических параметров и расширение доступного диапазона высоких давлений.
4. Улучшение технических параметров и расширение экспериментальных возможностей многофункционального рефлектометра ГРЭИНС (запуск нового прерывателя нейтронного пучка, развитие электрохимических и жидкостных ячеек для проведения экспериментов).
5. Модернизация действующих спектрометров реактора ИБР-2 (ФДВР, РТД, ДН-12, ЮМО, ФСД, РЕФЛЕКС, РЕМУР, СКАТ, ЭПСИЛОН) направленная на улучшение их технических характеристик – увеличение светосилы, улучшение фоновых условий, усовершенствование системы сбора данных и расширение имеющихся экспериментальных возможностей.
6. Создание макетного варианта спектрометра малоуглового спин-эхо рассеяния на 9 канале.
7. Улучшение технических характеристик спектрометра радиографии и томографии на 14 канале (пространственного разрешения, радиационной устойчивости детекторной системы).

8. Усовершенствование корреляционного спектрометра FSS на 13 канале ИБР-2 и улучшение его технических параметров. Дальнейшее развитие корреляционного RTOF-метода.
9. Развитие нейтронных методов исследования конденсированных сред, включая спин-эхо, нейтронные стоячие волны, расщепление нейтронной волны, нейтронный магнитный резонанс, радиографию, томографию и др. методики.
10. Разработка методов нейтронного рассеяния для in-operando мониторинга и изучения электрохимических материалов и интерфейсов. Создание лабораторного участка по изучению химических источников тока в ИЯФ, г. Алматы, разработка специализированных электрохимических ячеек по нейтронной рефлектометрии.

Проекты по теме:

Название проекта	Руководитель проекта	Приоритет проекта (сроки реализации)
1. РСНРН	Худоба Д.М.	1 (2021-2023)

Основные этапы темы:

Этап темы или эксперимент	Руководители	Статус проекта или эксперимента
Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ Ответственные от лаборатории	Основные исполнители	
1. Исследование структуры и свойств новых неорганических и органических функциональных материалов ЛНФ	Балагуров А.М. Козленко Д.П. Тютюнников С.И. (ЛФВЭ) Аскеров Э.Б., Бескровный А.И., Васин Р.Н., Вершинина Т.Н., Голосова Н.О., Кичанов С.Е., Лукин Е.В., Миронова Г.М., Неов Д.С., Павлюкойч А., Савенко Б.Н., Самойлова Н.Ю., Сиколенко В.В., Сумников С.В., Турченко В.А.	Набор данных
ЛИТ	Злоказов В.Б.	
ЛФВЭ	Артюх В.А., Ефимов В.В., Замятин Н.И., Ковалев Ю.С., Крячко И.А., Рогачев А.В., Шаляпин В.Н.	
2. Исследование структурных и магнитных свойств материалов в экстремальных условиях ЛНФ	Козленко Д.П. Асадов А., Белозерова Н.М., Голосова Н.О., Кичанов С.Е., Лукин Е.В., Руткаускас А.В., Савенко Б.Н.	Набор данных
3. Изучение особенностей физико-химических процессов в функциональных материалах в режиме реального времени ЛНФ	Самойлова Н.Ю. Бобриков И.А., Бескровный А.И., Вершинина Т.Н., Иваньшина О.Ю., Миронова Г.М., Самойлова Н.Ю., Симкин В.Г., Сумников С.В.	Набор данных
4. Компьютерное моделирование структуры и свойств новых функциональных материалов и наносистем ЛНФ	Павлюкойч А. Холмуродов Х.Т.	Набор данных
5. Исследование структурных и магнитных свойств слоистых наноструктур ЛНФ	Никитенко Ю.В. Жакетов В.Д., Кожевников С.В., Колупаев Е.Д., Петренко А.В.	Набор данных
6. Исследование структуры углерод- и кремнийсодержащих наноматериалов ЛНФ	Аксенов В.Л. Луджик-Дыхто К.Б., Назарова А., Тропин Т.В., Худоба Д.М., Яжджевска М.	Набор данных

- | | | |
|---|---|---|
| <p>7. Исследование молекулярной динамики функциональных материалов
ЛНФ</p> | <p>Худоба Д.М.</p> <p>Бильски П., Валишевский Я., Горемычкин Е.А., Зуба И., Луджик-Дыхто К.Б., Суroveň З., Яжджевска М.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>8. Исследование дисперсных систем и сложных жидкостей в объеме и на межфазных границах
ЛНФ</p> | <p>Авдеев М.В.</p> <p>Ердаулетов М., Тропин Т.В., Холмуродов Х.Т.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>9. Исследование структурной организации биогенных и небиогенных наночастиц, композитов на основе магнитных жидкостей, полимеров и других наноматериалов
ЛНФ

ЛЯР

ЛИТ</p> | <p>Балашою М.</p> <p>Иваньков О., Исламов А.Х., Куклин А.И., Набиев А., Рогачев А.В., Турченко В.А.

Лизунов Н.Е., Орелович О.Л.

Соловьев А.Г., Соловьева Т.М.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>10. Исследование надмолекулярной структуры и функциональных характеристик биологических наносистем
ЛНФ

ЛИТ</p> | <p>Куклин А.И.</p> <p>Власов А.В., Иваньков О.И., Исламов А.Х., Ковалев Ю.С., Муругова Т.Н., Набиев А.О., Рижиков Ю.Л., Рогачев А.В., Рулев М.И., Ской В.В.

Соловьев А.Г., Соловьева Т.М.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>11. Исследования структуры и свойств липидных мембран и липидных комплексов
ЛНФ

ЛИТ</p> | <p>Киселев М.А.</p> <p>Иваньков О.И., Маслова В.А.

Земляная Е.В.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>12. Исследования структуры и свойств биогибридных комплексов
ЛНФ</p> | <p>Горшкова Ю.Е.</p> <p>Иваньшина О.Ю., Тропин Т.В.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>13. Исследование внутренних напряжений и микродеформаций в конструкционных материалах и промышленных изделиях
ЛНФ</p> | <p>Бокучава Г.Д.</p> <p>Круглов А.А., Мухаметулы Б., Папушкин И.В., Тамонов А.В., Таран Ю.В.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |
| <p>14. Исследование особенностей внутреннего строения объектов культурного и природного наследия, конструкционных материалов промышленных изделий
ЛНФ</p> | <p>Козленко Д.П.</p> <p>Жомартова А., Зель И.Ю., Кичанов С.Е., Лукин Е.В., Назаров К., Руткаускас А.В., Савенко Б.Н., Смирнова В.С.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Набор данных</div> |

15. Исследование текстуры и свойств минералов и горных пород, конструкционных материалов, биологических объектов ЛНФ	Николаев Д.И.	Набор данных
	Алтаггэрэл Б., Васин Р.Н., Иванкина Т.И., Лычагина Т.А., Сиколенко В.В.	
16. Исследование радиационных повреждений конденсированных сред ЛФВЭ	Тютюнников С.И. (ЛФВЭ)	Набор данных
	Артюх В.А., Ефимов В.В., Замятин Н.И., Ковалев Ю.С., Крячко И.А., Рогачев А.В., Шалапин В.Н.	
17. Развитие комплекса спектрометров реактора ИБР-2 ЛНФ	Авдеев М.В. Козленко Д.П. Худоба Д.М.	Реализация
	Бескровный А.И., Боднарчук В.И., Бокучава Г.Д., Горемычкин Е.А., Иваньков А.И., Кичанов С.В., Куклин А.И., Лукин Е.В., Никитенко Ю.В., Петренко А.В., Савенко Б.Н., Симкин В.Г., Сумников С.В., Суханов В.И., Турченко В.А.	
18. Развитие нейтронных методов исследования функциональных материалов и наносистем ЛНФ	Бокучава Г.Д. Козленко Д.П. Авдеев М.В.	Набор данных
	Жакетов В.Д., Кичанов С.Е., Кожевников С.В., Лукин Е.В., Никитенко Ю.В., Руткаускас А.В.	

Сотрудничество по теме:

Страна или международная организация	Город	Институт или лаборатория	Участники	Статус
Азербайджан	Баку	АзТУ	Джабаров С.Г. Ходжаев Э.М.	Совместные работы
		ИФ НАНА	Мамедов А.И. Мехтиева Р.З. + 2 чел.	Протокол
Армения	Ереван	НИЦИКН	Симонян А.Е. Ханзатян Г.А.	Протокол
Беларусь	Минск	ННЛА	Арутюнян В.В. + 2 чел.	Протокол
		БГТУ	Рачковская Г.Е. + 4 чел.	Совместные работы
		ИПФ НАНБ	Венгринович В.Л.	Совместные работы + 3 чел.
		НИИ ФХП БГУ	Ивашкевич О.А. + 5 чел. Третьяк Е.В. + 3 чел.	Совместные работы
		НИИ ЯП БГУ НПЦ НАНБ по материаловедению	Федотова Ю.А. + 2 чел. Бушинский М.В. + 5 чел. Карпинский Д.В. + 2 чел. Труханов А.В. + 3 чел. Янушкевич К.И. + 18 чел.	Совместные работы Обмен визитами Совместные работы
Болгария	София	ASCI Ltd	Цаков И.	Совместные работы
		IE BAS	Куцарова Т. + 4 чел.	Совместные работы
		IEES BAS	Владицова Д.Е. Петкова Т. Райкова Г.	Протокол
		INRNE BAS	Крежов К.А. + 2 чел.	Совместные работы
		ISSP BAS	Чамати Х.	Совместные работы
Великобритания	Дидкот	UCTM	Петков П.К.	Протокол
		RAL	Макгриви Р.Л. + 5 чел.	Совместные работы

Венгрия	Будапешт	Wigner RCP	Алмаши Л. + 2 чел. Лен А. Надь Д.Л. + 2 чел. Рошта Л. + 2 чел.	Совместные работы
Вьетнам	Дананг	DTU	Данг Н.Т.	Совместные работы
	Ханой	IOP VAST	Кхием Л.Х.	Совместные работы
Германия	Бонн	UniBonn	Фротцхайм Н.	Совместные работы
	Бохум	RUB	Вирфлингер А.	Совместные работы
	Галле	MLU	Нойберт Р. + 4 чел.	Совместные работы
	Гестхахт	Hereon	Брокмайер Х.Г.	Совместные работы
	Дармштадт	TU Darmstadt	Фусс Х. + 2 чел.	Совместные работы
	Карлсруэ	KIT	Шиллинг Ф. + 2 чел.	Совместные работы
	Киль	IFM-GEOMAR	Стипп М.	Совместные работы
	Росток	Ун-т	Шмельцер Ю.	Совместные работы
	Фрайберг	TUBAF	Шэбен Х. + 1 чел.	Совместные работы
	Штутгарт	MPI-FKF	Майор Й. Рюм А.	Совместные работы
Египет	Гиза	CU	Свейлам Н.Х. + 1 чел.	Совместные работы
	Каир	ASU	Медхат И. + 3 чел. Ханан Эль Х. + 3 чел.	Совместные работы
Индия	Патна	EAEA	Элбахрави М.	Совместные работы
Испания	Барселона	NIT Patna	Маджумдер С.	Совместные работы
	Лехона	ICMAB-CSIC	Фина И. + 1 чел.	Совместные работы
		BCMaterials	Ланцерос-Мендес С. + 2 чел.	Протокол
	Мадрид	CENIM-CSIC	Фернандес Р. + 1 чел.	Совместные работы
Италия	Мессина	UniMe	Ломбардо Д.	Совместные работы
Казахстан	Алма-Ата	ИЯФ	Каракозов Б.К. + 5 чел. Козловский А.Л. + 3 чел. Сахиев С.К. + 5 чел.	Совместные работы
Китай	Харбин	HEU	Шуйцев А.	Совместные работы
Куба	Гавана	InSTEC	Рамос Бласкес Р.	Совместные работы
Латвия	Рига	ISSP UL	Кузьмин А.	Совместные работы
Монголия	Улан-Батор	IPT MAS	Сангаа Д. + 3 чел. Сэвжидсурэн Г.	Совместные работы
Польша	Белосток	BUT	Грацка-Далхе М.	Протокол
		UwB	Рецко К.	Совместные работы
	Варшава	INCT	Староста В. + 2 чел.	Совместные работы
	Вроцлав	UW	Батор Г. + 3 чел.	Совместные работы
	Краков	AGH-UST	Бачманьски А. + 4 чел. Вробель М. + 3 чел. Дымек С. + 3 чел.	Совместные работы
		INP PAS	Юшиньска-Галонзка Е. + 3 чел.	Протокол
		JU	Урбан С. + 2 чел.	Совместные работы
			Хетманьчик Л. + 2 чел.	Совместные работы
	Люблин	UMCS	Малиновска И. + 2 чел.	Совместные работы
	Познань	AMU	Возняк-Брашак А. Вонсицки Я. + 2 чел. Добес М. Наврочик В. + 2 чел. Сливиньска М. + 1 чел.	Совместные работы Протокол Совместные работы
	Щецин	WPUT	Гускос Н. + 2 чел. Новицка-Шайбе И. + 1 чел.	Совместные работы

Россия	Гатчина	НИЦ КИ ПИЯФ	Булкин А.П. + 2 чел. Воробьев С.И. + 5 чел. Григорьев С.В. + 5 чел. Исаев-Иванов В.В. + 2 чел. Курбаков А.И. + 2 чел. Лебедев В.Т. + 2 чел.	Совместные работы
	Долгопрудный Дубна	МФТИ Гос. ун-т "Дубна"	Чупин В.В. + 15 чел. Гладышев П.П. Кривченко В.А. + 3 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Екатеринбург	ИФМ УрО РАН	Бобровский В.И. + 2 чел. Кравцов Е.А. + 2 чел. Новосёлов Д.Ю. Устинов В.В. + 2 чел.	Совместные работы
		УрФУ	Бабушкин А.Н. + 2 чел. Иванов А.О. + 2 чел.	Совместные работы
	Казань	КНИТУ КФУ	Бакеева Р.Ф. Таюрский Д.А. + 3 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Калининград	БФУ им. И. Канта	Гойхман А.Ю. Клементьев Е.С.	Протокол
	Красноярск	ИФ СО РАН СФУ	Ярославцев Р.Н. + 2 чел. Столяр С.В. + 2 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Москва	ФИЦ КНЦ СО РАН ГНЦ Ин-т иммунологии ИА РАН ИГЕМ РАН	Столяр С.В. + 2 чел. Андреев С.М. + 2 чел. Сапрыкина И.А. Жариков А.В. Лобанов К.В.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы Совместные работы
		ИК РАН ИМЕТ РАН ИНМИ РАН	Волков В.В. + 1 чел. Серебряный В.Н. Гальченко В.Ф. Филлипова С.Н.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы
		ИОНХ РАН ИТПЗ РАН ИФЗ РАН	Баранчиков А.Е. + 3 чел. Родкин М.В. Баюк И.О. Морозов Ю.А. Пономарев А.В. + 2 чел.	Совместные работы Совместные работы Протокол Совместные работы
		МГУ	Антипов Е.В. + 2 чел. Асланов Л.А. + 3 чел. Коваленко И.Б. + 3 чел. Коробов М.В. + 2 чел. Перов Н.С. + 2 чел. Трусов Л.А. Хохлов А.Р. + 3 чел. Шуленина А.В. Ягужинский А.С. + 3 чел.	Совместные работы
		МИЭТ НИИЯФ МГУ	Яковлев В.Б. + 2 чел. Боос Э.Э. + 2 чел. Тетерева Т.В.	Совместные работы Совместные работы
		НИТУ "МИСиС"	Головин И.В. + 3 чел. Костишин В.Г. Панина Л.В.	Совместные работы
		НИЦ КИ	Алексеев П.А. + 3 чел. Велигжанин А. + 2 чел. Эмм В.Т. + 3 чел.	Совместные работы

		НИЯУ "МИФИ"	Иванова Т.М. + 2 чел. Крымская О.А. Менушенков А.П. + 2 чел.	Совместные работы
		ПИН РАН	Пахневич А.В.	Совместные работы
	Москва, Троицк	ФИЦ ХФ РАН	Иткис Д.М. + 3 чел.	Совместные работы
		ИФВД РАН	Бражкин В.В. + 2 чел.	Совместные работы
		ИЯИ РАН	Садыков Р.А. + 2 чел.	Совместные работы
	Нижн. Новгород	ИФМ РАН	Фраерман А.А. + 3 чел.	Совместные работы
		ННГУ	Корытцева А.К. Орлова А.И.	Совместные работы
	Пермь	ИМСС УрО РАН	Райхер Ю.Л.	Совместные работы
		ИТХ УрО РАН	Астафьева С.А. + 2 чел. Лысенко С.Н. + 2 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Ростов-на-Дону	НИИФ ЮФУ	Налбандян В.Б.	Совместные работы
	С.-Петербург	ИВС РАН	Смыслов Р.Ю. + 1 чел.	Совместные работы
		СПбГУ	Григорьева Н.А. + 2 чел.	Совместные работы
		ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Вахрушев С.Б. + 2 чел. Вуль А.Я. + 2 чел.	Совместные работы
		ЦНИИ КМ "Прометей"	Зисман А.А. + 2 чел. Петров С.Н. Федосеев М.Л.	Совместные работы
	Стерлитамак	СФ БашГУ	Бикулова Н.Н. + 2 чел.	Совместные работы
	Тула	ТулГУ	Маркова Г.В.	Совместные работы
	Тюмень	ТюмГУ	Иванова Н.А.	Совместные работы
	Челябинск	ЮУрГУ	Винник Д.А. + 2 чел.	Совместные работы
	Черноголовка	ИФТТ РАН	Антонов В.Е. + 2 чел.	Совместные работы
Румыния	Бая-Маре	TUCN-NUCBM	Раколта Д. + 4 чел.	Совместные работы
	Бухарест	INCDIE ICPE-SA	Банчиу К. Бара А. Вечю Г. Добрин И. Ион И. Китану Е. Кодеску М.М. Кырстеа К.Д. Ликсандру А. Лукач М. Манга Э. Патрой Е.А. Патруа Д. Сетнеску Р.	Протокол
		UB	Барбинта-Патраску М.Э. Дулиу О. Килом К. + 2 чел.	Протокол Совместные работы
	Клуж-Напока	INCDTIM	Пана О. Рада Н. Рада С. Турку Р.	Протокол Протокол
		RA BC-N	Бурзо Э.	Протокол
		UBB	Бурзо Э. + 2 чел. Рошиору К. + 3 чел.	Протокол
	Констанца	MINAC	Талмацки К.	Совместные работы
	Крайова	UC	Якобеску Е.	Протокол

	Мэгуреле	NIMP	Барак М. Згура И. Кунчер В. Полосан С.	Протокол Совместные работы
	Питешти Тимишоара	UPIT ICT ISIM UVT	Дуку К. Пуц А-М. Бирдеану А.В. + 3 чел. Бика И. + 2 чел. Буною М. + 7 чел. Малаевски И.	Протокол Протокол Совместные работы Совместные работы
	Тулчя Тырговиште	DDNI UVT	Ибрам О. Пехою Г. Радулеску К.	Совместные работы Протокол
	Яссы	NIRDTP TUIASI UAI UAIC USAMV	Кириак Х. Лупу Н. Кашкавал Д. Ичим Д. Игнат М. Ишан В. Мата К. Онофрей М. Якоми Ф. Мирон Л. Савин А.	Совместные работы Протокол Совместные работы Совместные работы Протокол Совместные работы Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Сербия	Белград	INS "VINCA"	Балванович Р. + 10 чел. Матович Б. + 2 чел.	Совместные работы
Словакия	Братислава	CU	Угрикова Д. + 3 чел.	Совместные работы
	Кошице	IEP SAS	Копчански П. + 7 чел.	Протокол
США	Беркли	UC	Венк Х.-Р.	Совместные работы
Таджикистан	Душанбе	НАНТ ТТУ ФТИ НАНТ	Курбониён М.С. Хусензода М.А. Рахмонов Х.Р.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Узбекистан	Ташкент	ИЯФ АН РУз	Ташметов М.Ю. + 2 чел. Юлдашев Б.С.	Протокол
Украина	Киев	ДонФТИ НАНУ	Белошенко В.А. + 2 чел. Пащенко А.В. + 1 чел.	Совместные работы
Франция	Гренобль	IBS ILL	Горделий В.И. + 5 чел. Иванов А.	Совместные работы Совместные работы
	Сакле	LLB	Дэмэй Ф. Поршэ Ф.	Совместные работы
Чехия	Прага	BC CAS CTU CU IG CAS IP CAS	Шафарик И. Кучеракова М. + 1 чел. Краковски И. Локайчик Т. + 3 чел. Ангелов Б. + 2 чел. Ирак З. + 2 чел. Кучеракова М. Мачек Р. + 3 чел.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы Протокол Совместные работы
Швейцария ЮАР	Ржеж Виллиген Претория	NPI CAS PSI Necsa UP	Микула П. + 3 чел. Помякушин В. Вентер Э. + 5 чел. Селищев П.О. + 2 чел.	Протокол Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Япония	Минато Токио	Keio Univ. Waseda Univ.	Ясуоко К. + 1 чел. Ямомото Т. + 5 чел.	Совместные работы Совместные работы