

Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона

Руководитель темы: Швецов В.Н.
Заместители: Копач Ю.Н.
Лычагин Е.В.
Седышев П.В.

Участвующие страны и международные организации:

Австралия, Австрия, Азербайджан, Албания, Беларусь, Бельгия, Болгария, Венгрия, Вьетнам, Германия, Греция, Грузия, Египет, Индия, Казахстан, Китай, Македония, Молдова, Монголия, Норвегия, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, США, Таиланд, Турция, Узбекистан, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, ЦЕРН, Чехия, Швейцария, ЮАР, Япония.

Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Экспериментальные и теоретические исследования эффектов нарушения симметрий в реакциях с нейтронами и фундаментальных свойств нейтрона для проверки параметров Стандартной модели и поиска "новой физики". Исследования свойств возбужденных ядер, реакций с вылетом заряженных частиц, физики деления. Получение актуальных данных для астрофизики, ядерной энергетики и проблемы трансмутации ядерных отходов с помощью нейтроно- и гамма-индуцированных реакций. Применение методов нейтронной физики в других областях науки и техники. Разработка и создание детекторов нейтронов и других ионизирующих излучений, а также прикладных методов в нейтронной ядерной физике. Развитие импульсного источника резонансных нейтронов ИРЕН и экспериментальной базы на установке ИРЕН и исследовательской ядерной установке (ИЯУ) ИБР-2.

Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

Научные результаты:

1. Определение ограничения на величину Т-нечетных эффектов в делении в низколежащем резонансе ^{235}U .
2. Определение величин Р-четных эффектов в реакциях $^{14}\text{N}(n,p)$ ^{14}C , $^{35}\text{Cl}(n,p)$ ^{35}S .
3. Измерение полных и парциальных нейтронных сечений в области энергий от тепловых до нескольких МэВ.
4. Исследование распределений мгновенных нейтронов, гамма-квантов и осколков деления, в реакциях спонтанного и нейтронно-индуцированного деления актинидов. Определение порогов разрыва куперовских пар нуклонов в этих ядрах при захвате нейтронов для поиска и изучения влияния сверхтекучих свойств ядра на динамику процесса деления и увеличения точности расчетов ядерно-физических параметров актинидов и осколков их деления.
5. Исследование парамагнитного резонанса нейтронов первого рода для разных ядер в интервале энергии нейтронов 0,062-2,3 эВ на установке КОЛХИДА реактора ИБР-2.
6. Экспериментальное исследование физики взаимодействия нейтронной волны с веществом, движущимся с ускорением (10^4 - 10^5)g.

7. Измерение характеристик резонансных переходов между квантовыми состояниями нейтрона в гравитационном поле Земли на спектрометре GRANIT.
8. Установление ограничения на уровне 10^{-16} на произведение констант связи скалярного и псевдоскалярного аксионоподобного взаимодействия на расстояниях ~ 10 мкм на спектрометре GRANIT.
9. Измерение глубинных профилей различных элементов в различных по составу и структуре образцах.

Методические результаты:

1. Определение элементного состава различных образцов ядерно-физическими методами.
2. Обеспечение стабильной работы установки ИРЕН на физический эксперимент. Увеличение интенсивности ИРЕН в 5 раз.
3. Разработка позиционно-чувствительных спектрометров нового типа для регистрации осколков деления и легких заряженных частиц.
4. Разработка и изготовления шестисекционного детектора множественных нейтронов на базе счетчиков СНМ-14Д с эффективностью регистрации не менее 50% для исследования флуктуаций множественности нейтронов в резонансной области при вынужденном нейтронами делении изотопов урана и плутония.
5. Разработка и создание детектора и регистрирующей аппаратуры для измерения Р-нечетного эффекта в реакции ${}^3\text{He}(n,p){}^3\text{H}$ на холодных поляризованных нейтронах в рамках исследования слабого NN-потенциала.
6. Проект экспериментальной установки, нацеленной на измерения времени жизни нейтрона с точностью $3 \cdot 10^{-4}$.
7. Развитие ядерно-физических методик для элементного анализа твердых тел на пучках ускоренных частиц электростатического генератора ЭГ-5.
8. Создание и развитие нейтронных детекторов для космических аппаратов.
9. Создание низкофоновой установки для проведения радиоэкологических исследований.
10. Проект всеволнового поляризатора нейтронов на основе современных технологий.
11. Определение оптимальной технологии приготовления покрытий ловушек УХН с высокой граничной энергией и малым коэффициентом потерь.

Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

Исследования нарушений фундаментальных симметрий во взаимодействиях нейтронов с ядрами и сопутствующие данные:

1. Подготовка и проведение эксперимента по измерению Т-нечетных эффектов в делении ${}^{233}\text{U}$ на пучке реактора ИБР-2.
2. Проведение эксперимента по измерению парамагнитного резонанса нейтронов первого рода в образцах гидрида титана TiH_2 в интервале энергии поляризованных нейтронов 0.062-2.3 эВ на установке КОЛХИДА реактора ИБР-2.
3. Измерение четверного и поиск пятерного деления на спонтанном источнике ${}^{252}\text{Cf}$.
4. Измерение угловых и энергетических корреляций нейтрон-гамма и нейтрон-нейтрон в реакциях неупругого рассеяния нейтронов и $(n, 2n)$ в рамках проекта TANGRA.
5. Проведение измерений реакции ${}^{35}\text{Cl}(n,p){}^{35}\text{S}$ на резонансных нейтронах установки ИРЕН.

6. Проведение измерений реакции (n, α) на изотопах Ni-60,61 при $E_n=4,5-6,5$ МэВ на установке ЭГ-4,5 Института физики тяжелых ионов Пекинского университета.

Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН:

1. Подготовка проекта по измерению времени жизни нейтрона на пучке реактора ИБР-2. Проведение методических измерений.
2. Установление ограничения на уровне 10^{-16} на произведение констант связи скалярного и псевдоскалярного аксионоподобного взаимодействия на расстояниях ~ 10 мкм на спектрометре GRANIT.
3. Проведение эксперимента по изучению "малого нагрева УХН" при взаимодействии с наночастицами различных размеров для проверки теоретической модели наблюдаемого эффекта.
4. Изготовление и тестирование установки для измерения зависимости коэффициента потерь УХН от энергии в диапазоне энергий, примыкающем к граничным значениям.
5. Подготовка проекта новой экспериментальной установки по наблюдению квантового туннелирования
6. Проведение экспериментов по дифракция нейтронов на поверхностной ультразвуковой волне.

Прикладные и методические работы:

1. Изготовление и тестирование 2D позиционно-чувствительного детектора
2. Создание 32 канальной детекторной системы множественности нейтронов на базе сцинтилляционных детекторов.
3. Изготовление двух секций детектора множественных нейтронов на базе счетчиков СМ-14Д.
4. Измерения тонких слоев методами ядер отдачи, Резерфордского обратного рассеяния и рентгеновского анализа для различных материалов на установке ЭГ-5.
5. Проведение элементного и изотопного анализа археологических образцов на установке ИРЕН методом нейтронного активационного анализа.
6. Создание 16 канального сцинтилляционного детектора для проведения элементного и изотопного анализа образцов на установке ИРЕН методом нейтронной резонансной спектроскопии.
7. Разработка методики элементного анализа с использованием метода меченых нейтронов и стандартных источников нейтронов с использованием детекторов из сверхчистого германия, BGO и NaI(Tl).
8. Проведение нейтронного активационного анализа экологических, геологических, биологических образцов и новых материалов на реакторе ИБР-2 с использованием ПТУ РЕГАТА.
9. Оснащение установки для нейтронного активационного анализа в Институте ядерной физики (Алматы, Казахстан) компьютерной техникой и современными программными продуктами. Продолжение обучения сотрудников ИЯФ основам нейтронного активационного анализа.

Развитие установки ИРЕН:

1. Замена клистрона 2129 Thomson второй ускоряющей секции на клистрон E3730A Toshiba.
2. Обеспечение работы установки ИРЕН на физический эксперимент.

Проекты по теме:

Название проекта	Руководитель проекта	Приоритет проекта (сроки реализации)
1. TANGRA	Копач Ю.Н. Заместитель:	1 (2014-2019)

Основные этапы темы:

Этап темы или эксперимент	Руководители	Статус проекта или эксперимента
Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ Ответственные от лаборатории	Основные исполнители	
1. Исследования нарушений фундаментальных симметрий во взаимодействиях нейтронов с ядрами и сопутствующие данные	Копач Ю.Н.	Модернизация Набор данных Анализ результатов
ЛНФ	Ахмедов Г.С., Бажажина Н.В., Бериков Д., Борзаков С.Б., Буадзе Б., Ву Дык Конг, Гледенов Ю.М., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Данилян Г.В., Демир Э., Зейналов Ш.С., Кобзев А.П., Кузнецов В.Л., Кулик М., Мезенцева Ж.В., Нгуен Нгок Ань, Нгуен Тхи Бао Ми, Новицкий В.В., Опра И.А., Опра К.Д., Покотилковский Ю.Н., Попов А.Б., Самадов С.Ф., Седышев П.В., Седышева М.В., Сидорова О.В., Ской В.Р., Сухой А.М., Тележников С.А., Третьякова Т.Ю., Фан Лыонг Туан, Цулая М., Чан Ван Фук, Чупраков И., Энхболд С. + 20 инженеров, 3 рабочих	
2. Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН	Лычагин Е.В.	Модернизация Набор данных Анализ результатов
ЛНФ	Бунатян Г.Г., Горюнов С.В., Еник Т.Л., Жерненков К.Н. Игнатович В.К., Кулин Г.В., Мицына Л.В., Музыка А.Ю., Несипбай А., Покотилковский Ю.Н., Реброва Н.Ю., Стрелков А.В., Франк А.И., Фурман В.И., Шарапов Э.И. + 3 инженера, + 2 рабочих	
3. Прикладные и методические работы	Седышев П.В.	Модернизация Набор данных Анализ результатов
ЛНФ	Алексеёнок Ю.В., Ахмедов Г.С., Бажажина Н.В., Бериков Д., Борзаков С.Б., Буадзе Б., Бунатян Г.Г., Василев А.С., Вергель К.Н., Виеру Е., Ву Дык Конг, Гайдошикова Л., Гед В.М.Б., Гледенов Ю.М., Горюнов С.В., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Данилян Г.В., Дулиу О.-Г., Еник Т.Л., Жерненков К.Н., Зейналов Ш.С., Зиньковская И.И., Игнатович В.К., Кобзев А.П., Куликов О.А., Кулин Г.В., Кулик М., Махайдик Д., Мададзаде А.И., Мезенцева Ж.В., Мицына Л.В., Музыка А.Ю., Несипбай А., Нехорошков П.С., Нгуен Тхи Бао Ми, Новицкий В.В., Опра И.А., Опра К.Д., Павлов С.С., Покотилковский Ю.Н., Попов А.Б., Русков И.Н., Самадов С.Ф., Седышева М.В., Сидорова О.В., Ской В.Р., Стрелков А.В., Сухой А.М., Тележников С.А., Франк А.И., Фронтасьева М.В. Фурман В.И., Христозова Г.Я., Цулая М., Чан Ван Фук, Чилигава О., Чупраков И., Шарапов Э.И., Швецов В.Н. Энхболд С., Янчик П. + 31 инженер, 9 рабочих	
4. Развитие установки ИРЕН	Швецов В.Н.	Модернизация

ЛНФ	Кобец В.В., Пятаев В.Г., Шабратов Г.В. + 16 инженеров, + 1 рабочий
ЛФВЭ Сумбаев А.П.	Замрий В.Н., Минашкин В.Ф. + 5 инженеров
ЛЯП	Мешков И.Н.
5. Проект TANGRA	Копач Ю.Н.
	Модернизация Набор данных Анализ результатов
ЛНФ	Борзаков С.Б., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Дубасов П.А., Зонтиков А.О, Опреа И.А., Опреа К.Д., Седышев П.В., Ской В.Р., Третьякова Т.Ю., Швецов В.Н.
ЛФВЭ	Алексахин В.Ю., Замятин Н.И., Зубарев Е.В., Рапацкий В.Л., Рогов Ю.Н., Салмин Р.А., Сапожников М.Г., Слепнев В.М., Хабаров С.В.
ЛЯП	Быстрицкий В.М., Красноперов А.В., Садовский А.Б., Саламатин А.В.
ЛРБ	Крылов А.Р., Тимошенко Г.Н.

Сотрудничество по теме:



Страна или международная организация	Город	Институт или лаборатория	Участники	Статус
Азербайджан	Баку	БГУ	Алиев С. + 3 чел. Гаджиева С.Р.	Протокол
		ИГГ НАНА АГАУ	Алиев Ф.А. Ибрагимов З. + 5чел.	Протокол Совместные работы
	Гянджа	АТУ	Мамедов Э. + 5чел.	Совместные работы
Армения	Ереван	ЦЭНИ НАН РА	Сагателян А.К. Тепаносян Г. + 5 чел. Саакян Л.В.	Совместные работы
Беларусь	Минск	НИИ ЯП БГУ	Максименко С.А. + 5 чел. Барышевский В.Г. + 1 чел.	Совместные работы
		НПЦ НАНБ по материаловедению INRNE BAS	Игнатенко О.В. + 4 чел. Русков И. Русков Т. Коюмджиева Н. + 2 чел. Стоянов Ч. + 2 чел.	Совместные работы Протокол
Болгария	София	PU	Балабанов Н. + 2 чел. Маринова С. + 3 чел.	Совместные работы
		UFT	Ангелов А. + 5 чел.	Совместные работы
Вьетнам	Ханой	IOF VAST	Ле Хонг Кхьем + 2 чел.	Совместные работы
		VNU	Фам Динг Кнанг + 5 чел.	Совместные работы
Грузия	Тбилиси	AIP TSU	Джапаридзе Г. + 4 чел.	Совместные работы

			Калабагешвили Т.Л. + 5 чел.	работы
		TSU	Шетекаури Ш. + 5 чел.	Обмен визитами
Казахстан	Алма-Ата	РГП ИЯФ	Глущенко В.Н. Ленник С.Г. Шаймерденов А.А.	Совместные работы Протокол
	Нур-Султан	ЕНУ	Омарова Н. + 5 чел.	Совместные работы
	Усть-Каменогорск	УНИЦ Экологии	Чурсин А.С.	Совместные работы
Молдова	Кишинев	ИМБ АНМ	Чепой Л.Е. Рудник В.Ф.	Протокол
	Улан-Батор	ИХ АНМ CGL	Арыку А.Н. Балжинням Н. + 5 чел.	Протокол Совместные работы
		NRC NUM	Хуухэнхуу Г. + 3 чел.	Обмен визитами Совместные работы
Польша	Краков	NINP PAS	Юрковски Я. + 1 чел. Гродзиньска К. + 4 чел.	Совместные работы
	Вроцлав	UW	Косиор Г. + 5 чел.	Совместные работы
	Гданьск	GUT	Намесник Я. + 2 чел. Бизюк М. + 4 чел.	Совместные работы
	Лодзь	UL	Анджеевски Ю. + 3 чел.	Совместные работы
	Люблин	UMCS	Жук Е. + 3 чел.	Совместные работы
	Ополе	UO	Вацлавек М. + 5 чел.	Совместные работы
	Отвоцк-Сверк	NCBJ	Поланский А. + 2 чел. Мияновский С.	Обмен визитами Совместные работы
	Познань	AMU	Навроцик В. + 4 чел. Блащак З. + 4 чел.	Совместные работы
Россия	Москва	ВНИИА	Гаврюченков А.В. Батяев В.Ф. Боголюбов Е.П.	Протокол Совместные работы
		ГИКМЗ "МК"	Панова Т.Д. + 2 чел.	Совместные работы
		ГИН РАН	Ляпунов С.М. + 3 чел.	Совместные работы
		ИКИ РАН	Митрофанов И.Г. + 5 чел.	Совместные работы
		ИТЭФ	Абов Ю.Г. + 3 чел. Данилян Г.В. + 3 чел. Беда А.Г.	Протокол
		ИОФ РАН	Михайлова Г.Н.	Совместные работы
		ИФХЭ РАН	Сафонов А.С. + 3 чел.	Совместные работы

	ЛМФИ МОНИКИ МГУ	Рогаткин Д.А. Краснушкин А.Б. + 1 чел. Бацевич В.А. + 2 чел. Бушуев В.А. Третьякова Т.Ю. + 2 чел.	Протокол Совместные работы Совместные работы
	НИИЯФ МГУ	Чувильский Ю.М. + 1 чел. Ишханов Б.С.	Протокол
	НИЦ КИ	Барабанов А.Л. + 2 чел. Стрепетов А.Н. Субботин С.А. + 2 чел. Арзумов С.С. + 4 чел.	Совместные работы
	ФГУП "ВНИИА"	Гаврюченков А.В. Батяев В.Ф.	Протокол
	ЦФТП "Атомэнергомаш"	Чилап В.В. + 9 чел.	Совместные работы
Москва, Троицк	ИЯИ РАН	Берлев А.И. Рябов Ю.В. + 7 чел. Кузнецов В.Л. + 1 чел. Джилкибаев Р.М.	Протокол
Борок	ИБВВ РАН	Павлов Д.Ф. + 3 чел.	Совместные работы
Владикавказ	ГФИ ВНЦ РАН СОГУ	Мельников Д.А. Тваури И.В. Лавриненко Ю.В.	Протокол Протокол
Воронеж	ВГУ	Кадменский С.Г. + 3 чел. Вахтель В.М.	Совместные работы
Гатчина	НИЦ КИ ПИЯФ	Воробьев А.С. + 9 чел. Весна В.А. + 1 чел. Смотрицкий В.М. Матвеев В.А.	Совместные работы
Грозный	ЧГПУ	Оказова З.П.. Лавриненко Ю.В.	Протокол
Дубна	Диамант Гос. ун-т "Дубна"	Сыроватская Т.Н. Моржухина С.В. + 5 чел. Черемисина Е.Н. + 4 чел. Сеннер А.Е. + 3 чел.	Протокол Совместные работы
Екатеринбург	УрФУ	Кружалов А.В. + 5 чел.	Совместные работы
Иваново	ИГХТУ	Дунаев А.М. Гриневич В.И.	Совместные работы Совместные работы
Ижевск	УдГУ	Колодкин В.М. Бухарина И.Л.	Протокол
Иркутск	ЛИН СО РАН	Ходжер Т.В.	Совместные работы
Нижн. Новгород	ИФМ РАН	Чхало Н.И. Полковников В.Н.	Совместные работы
Обнинск	ФЭИ	Говердовский А.В.	Совместные

Рязань С.-Петербург	РГУ	Иванов Е.С.	+ 10 чел.	работы
	Ботанический сад БИН РАН	Ткаченко К.Г. + 3 чел.		Совместные работы
	НИИФ СПбГУ	Бунаков В.Е. + 1 чел. Смирнов И.Г.		Совместные работы
	РИ	Хлебников С.В.		Совместные работы
	СПбГЛТУ	Алексеев А.С. + 10 чел.		Совместные работы
	ФТИ им. А.Ф.Иоффе Эрмитаж	Вуль А.Я. Пиотровский Б.М. + 3 чел.		Протокол Совместные работы
	Севастополь	ИнБЮМ	Мильчакова Н.А. + 2 чел.	Совместные работы
	Снежинск	ВНИИТФ	Лыжин А.Г. + 15 чел.	Совместные работы
	Тула	ТулГУ	Горелова С.В.	Протокол
	Черноголовка	ИПТМ РАН	Рощупкин Д.В. Иржак Д.В.	Совместные работы
Румыния	Бухарест	IFIN-НН	Пантелика А. + 3 чел. Гита Д. Апостол А. Сетнеску Р. Марджинян Н. Келареску Е.Д.	Протокол
		INCDIE ICPE-CA ISS	Христеа Г. Згура С. Потлог П.М. Неагу А.	Протокол Протокол
		UB	Опреа К. Опреа А. Жипа А. Лазану И. Тудора А. Дулиу О. Груя И.	Протокол
	Бая-Маре	TUCN-NUCBM	Тодоран Р. + 3 чел.	Совместные работы
	Галац	UG	Энэ А. + 3 чел.	Протокол
	Констанца	NIMRD	Пэтрашку В. + 3 чел.	Совместные работы
Орадя	UOC	Белк М. + 2 чел. Чиокан К.		Протокол
	UO	Опря А. Опря К. + 5 чел. Филип С. Макочиан Е. Купша Д. Телчян И. Тодераш М.		Протокол
	Питешти	ICN	Преда М.	Совместные работы
	Тырговиште	UVT	Бреткан П. Гебойну А. Стихи К. + 4 чел.	Протокол

			Радулеску К. Сетнеску Т. Банкута И. Бумбак М. Логин В. Муратореану Г. Горгиу Г. Николеску К. Бусуиок Г. Попеску И.В.		
	Яссы	UAIC	Куку-Ман С. + 2 чел. Хумельнику Д.	Протокол	
Словакия	Братислава	IEE SAS	Махайдик Д. + 3 чел. Гуран Е.	Совместные работы	
		ILE SAS	Манковска Б.	Совместные работы	
		IP SAS	Климан Я. + 3 чел.	Совместные работы	
		CU	Холи К. Кучерка Н. + 5 чел.	Совместные работы	
Узбекистан	Ташкент	ИЯФ АН РУз	Артемов Ю.Н.	Протокол	
Украина	Киев	ИЯИ НАНУ	Грицай О. + 5 чел.	Совместные работы	
		КНУ	Майданюк В. + 5 чел.	Совместные работы	
	Донецк	ДонФТИ	Дорошкевич А.С. + 5 чел.	Совместные работы	
	Сумы	ИПФ НАНУ	Сторишко В.Е. Пономарев А.Г.	Совместные работы	
	Ужгород	ИЭФ НАНУ	Маслюк В.Т. + 5 чел.	Совместные работы	
	Харьков		ИСМА НАНУ	Гринев Б.В.	Совместные работы
			ННЦ ХФТИ	Воронко В.А. + 1 чел. Сотников В.В. + 1 чел.	Совместные работы
СТУ			Поспишил С. + 15 чел.	Совместные работы	
Чехия	Прага	CEI	Кучера Я. + 2 чел.	Совместные работы	
		IEAP STU	Штекл И.	Протокол	
		UO	Янчик К. + 10 чел.	Совместные работы	
		V SB-TUO	Янчик П.	Совместные работы	
Венгрия	Будапешт	RKK OU	Мезарос-Балинт А.	Совместные работы	
Германия	Дрезден	HZDR	Вагнер А.	Совместные работы	
	Дармштадт	GSI	Муттерер М.	Совместные работы	
	Майнц	JGU	Дюзинг К.	Совместные работы	
	Мюнхен	TUM	Лауэр Т. Кленке Й.	Совместные работы	
	Тюбинген	Ун-т	Генненвайн Ф.	Совместные	

Египет	Каир	EAEA	Рамадан А.Б.	работы Совместные работы
	Александрия	Ун-т	Бадави М.С. + 3 чел.	Совместные работы
	Шибин эль Ком	MU	Эль Самман Х. + 5 чел.	Совместные работы
Сербия	Белград	IPB	Аничич М. + 5 чел.	Совместные работы
		Ун-т	Попович Д.	Совместные работы
ЮАР	Нови-Сад	UNS	Крмар М. + 3 чел.	Совместные работы
	Претория	UNISA	Софианос С.	Совместные работы
	Беллвилл	UWC	Петрик Л. + 5 чел.	Совместные работы
Австралия	Мельбурн	Ун-т	Ньюман Р. + 3 чел. Безюденот Ж. + 3 чел.	Совместные работы
			Клейн А.Г. + 3 чел.	Совместные работы
			Фесенко С.	Совместные работы
Австрия	Вена	IAEA	Фесенко С.	Совместные работы
	Инсбрук	Ун-т	Цайлингер + 1 чел.	Совместные работы
Албания	Тирана	UT	Лазо П. + 3 чел.	Совместные работы
Бельгия	Гел	IRMM	Хамбш Ф.-И.	Совместные работы
Греция	Салоники	AUTH	Иоаннидоу А.	Протокол
Индия	Варанаси	BHU	Кумар А. + 3 чел.	Совместные работы
Китай	Пекин	INER CAS	Чжан Гуахуэй + 1 чел.	Соглашение
Македония	Скопье	UKiM	Стафилов Т. + 3 чел.	Совместные работы
Норвегия	Тронхейм	NTNU	Стейннес Э. + 2 чел.	Совместные работы
Республика Корея	Сеул	Dawonsys	Ким Донг Су	Совместные работы
	Пхохан	PAL	Ким Г. + 3 чел.	Совместные работы
	Тэджон	KAERI	Чанг Д.	Совместные работы
Словения	Любляна	NFRI	Ли Юнг-Сеок	Протокол
		GeoSS	Шайн Р.	Совместные работы
США	Атенс	ASU	Пикута Е.В.	Протокол
	Геттисбург	GC	Стефенсон Ш.	Совместные работы
	Дарем	Duke	Торноу В. Гоулд К. + 2 чел.	Договор
	Кингстон	URI	Штаерл А. + 2 чел.	Совместные работы
	Лос-Аламос	LANL	Систрем С. + 5 чел.	Совместные

	Ок-Ридж	ORNL	Келер П.	работы Совместные работы
	Таскалуса	UA	Гувер Р.	Договор Совместные работы
Таиланд	Хат Яй	PSU	Бонгсуван Т.	Совместные работы
Турция	Чанаккале	COMU	Кошкун М. + 3 чел.	Совместные работы
Финляндия	Оулу	UO	Керонен А. + 3 чел.	Совместные работы
	Ювяскюля	UJ	Тржаска В.	Совместные работы
Франция	Гренобль	ILL	Гельтенборт П. Несвижевский В. Петухов А. Йенчель М.	Совместные работы
		LPSC	Протасов К.В.+ 2 чел.	Совместные работы
	Кадараш	CC CEA	Соул Р. + 5 чел.	Совместные работы
	Сакле	LLB	Лерой С. + 2 чел.	Совместные работы
	Страсбург	IPHC	Стуттже Л. + 2 чел.	Совместные работы
Хорватия	Загреб	RBI	Валкович + 2 чел.	Совместные работы
		Oikon IAE	Спирич З. + 5 чел.	Совместные работы
ЦЕРН	Женева	ЦЕРН	Киавери Э. + 12 чел.	Совместные работы
Швейцария	Виллиген	PSI	Лаусс Б. Шмидт-Веленбург Ф.	Совместные работы
Япония	Киото	KSU	Кимура И. + 3 чел.	Совместные работы
	Цукуба	КЕК	Масуда Я. + 5 чел.	Совместные работы
