

## Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона

**Руководитель темы:** Лычагин Е.В.

**Заместители:** Копач Ю.Н.  
Седышев П.В.

### Участвующие страны и международные организации:

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

### Исследуемая 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 нейтрон- 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. Измерение и поиск Р-нечетных и Т-нечетных эффектов в реакциях с поляризованными нейтронами.
2. Получение новых ядерных данных (полные и парциальные нейтронные сечения) в области энергий от тепловых до 1 ГэВ.
3. Измерения угловых и энергетических корреляций в испускании осколков, нейтронов, гамма-квантов и легких заряженных частиц в делении.
4. Измерение угловых корреляций вылета гамма-квантов и нейтронов при взаимодействии меченых нейтронов с энергией 14 МэВ с ядрами (проект ТАНГРА).
5. Отработка методики эксперимента по измерению времени жизни нейтрона на выведенном пучке (канал №1) реактора ИБР-2 (пучковый, оригинальный метод).
6. Теоретическое и экспериментальное исследование нестационарных квантовых эффектов с медленными нейтронами.
7. Теоретическое и экспериментальное исследование моделей взаимодействия медленных нейтронов с алмазными наноструктурами.
8. Элементный анализ слоистых твердотельных структур с разрешением по глубине около 10 нм. Измерение концентрации атомов водорода на уровне выше 1 ат. тяжелых элементов выше 0,01 ат.
9. Определение элементного состава различных типов образцов ядерно-физическими методами для задач экологии, нанотехнологии и наук о жизни.

#### Методические результаты

1. Стабильная работа ИРЕН на физический эксперимент. Увеличение интенсивности ИРЕН за счёт увеличения частоты.
2. Разработка и развитие методов поляризации нейтронов и ядер для экспериментов по поиску эффектов нарушения четности и временной инвариантности в нейтронно-ядерных взаимодействиях. Создание прототипа поляризованной ядерной мишени.

3. Модернизация электростатического генератора ЭГ-5.
4. Модернизация установки для измерений угловых и энергетических корреляций в нейтронно-ядерных взаимодействиях с использованием меченых нейтронов (проект ТАНГРА).
5. Введение в эксплуатацию установки РЕГАТА-2.
6. Создание прототипа источника очень холодных нейтронов и его тестирование на выведенном пучке нейтронов реакторов ИБР-2 или HFR (Гренобль, Франция).
7. 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 в ИЛЛ, Гренобль.
8. Создание и развитие нейтронных и гамма детекторов для космических аппаратов.
9. Создание базы данных нейтронного активационного анализа для Института ядерной физики (Алма-Ата, Казахстан).

### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

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

1. Измерение спектров и угловых корреляций гамма-квантов в низколежащих резонансах для поиска Р- и Т-нечетных эффектов.
2. Измерение выходов изотопов водорода в тройном и четверном делении  ${}^{252}\text{Cf}$ .
3. Измерение угловых и энергетических распределений упруго и неупруго рассеянных нейтронов в реакциях с нейтронами с энергией 14 МэВ.
4. Измерения угловых и энергетических распределений мгновенных нейтронов деления (МНД) в реакциях  ${}^{235}\text{U}(n,f)$  и  ${}^{239}\text{Pu}(n,f)$  в резонансной области с использованием позиционно-чувствительной двойной ионизационной камеры и 32 сцинтилляционных счетчиков.
5. Измерение угловых корреляций гамма-квантов в реакции  ${}^{232}\text{Th}(n,\gamma)$  в нейтронных резонансах.
6. Определение модельных представлений о современных значениях плотности уровней и радиационных шириин ядер различной формы и типа при захвате медленных нейтронов.
7. Проведение эксперимента по поиску синглетного дейтрона.
8. Измерение сечения реакции  ${}^{148}\text{Sm}(n,\alpha){}^{145}\text{Nd}$  на быстрых нейтронах, измерение сечений реакций  ${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$ ,  ${}^{14}\text{N}(n,p){}^{14}\text{C}$ ,  ${}^{35}\text{Cl}(n,p){}^{35}\text{S}$  на быстрых и резонансных нейтронах.

#### **Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН**

1. Разработка, монтаж и тестирование необходимого экспериментального оборудования для проведения эксперимента по измерению эффективности извлечения очень холодных нейтронов из источника при помощи специально разработанного отражателя.
2. Моделирование распространения очень холодных нейтронов (ОХН) в различных алмазных нанопорошках для оптимизации их параметров и увеличения эффективности извлечения ОХН из источника.
3. Изучение влияния плотности алмазных нанопорошков на свойства разработанных на их основе отражателей медленных нейтронов.
4. Проектирование экспериментальной установки для демонстрации временной фокусировки УХН на импульсном реакторе.
5. Исследование возможности увеличения интенсивности источника УХН, основанного на идее временной фокусировке, с помощью сильных магнитных полей и резонансных спин-флипперов.
6. Теоретическое исследование нестационарных явлений при отражении УХН от осциллирующего резонансного потенциала.

#### **Прикладные и методические работы**

1. Измерение потоков и спектров нейтронов счетным и токовым методом на 1 канале реактора ИБР-2 для моделирования возможности измерения времени жизни нейтрона. Разработка и создание системы регистрации данных при токовом режиме работы детектора.
2. Разработка прототипа установки для поляризации нейтронов методом пропускания через мишень из  ${}^3\text{He}$ .
3. Проведение вакуумных и криогенных испытаний криостата со сверхпроводящим магнитом для создания всеволнового поляризатора нейтронов.

4. Разработка и тестирование методики элементного анализа с использованием метода меченых нейтронов и детекторов гамма-квантов высокого разрешения.
5. Исследование с использованием ускорителя ЭГ-5 оптических и электронных свойств полупроводниковых материалов в условиях рентгеновского облучения.
6. Разработка проекта модернизации ускорителя ЭГ-5 и его аппаратной инфраструктуры.
7. Проведение нейтронного активационного и резонансного анализа археологических, биологических и экологических образцов на установке ИРЕН и на каналах 3 и 116 реактора ИБР-2.
8. Создание сетевой базы данных нейтроноактивационного анализа для автоматизации исследований элементного состава образцов различной природы в ИЯФ (Алма-Ата, Казахстан) и организация рутинного нейтроноактивационного анализа на созданном в 2017-2019 гг автоматизированном участке в ИЯФ.
9. Завершение модернизации ПТУ РЕГАТА на реакторе ИБР-2.
10. Определение элементного состава растительных, биологических, геологических образцов, а также новых материалов, в том числе наноматериалов, методом нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 с использованием ПТУ РЕГАТА.
11. Определение радиационной стойкости чистых материалов.
12. Использование низкофоновой гамма-спектрометрии и альфа спектрометрии для анализа содержания радионуклидов в объектах окружающей среды.

#### Развитие установки ИРЕН

1. Обеспечение работы установки ИРЕН на физический эксперимент.

#### Проекты по теме:

	Название проекта	Руководитель проекта	Приоритет проекта (сроки реализации)
1.	TANGRA	Копач Ю.Н.	1 (2014-2022)
2.	Модернизация ускорителя ЭГ-5	Дорошкевич А.С.	1 (2022-2022)
3.	Исследование эмиссии мгновенных нейтронов в делении ядер (ЭНГРИН)	Зейналов Ш.С.	1 (2022-2022)

#### Основные этапы темы:

Этап темы или эксперимент	Руководители	Статус проекта или эксперимента
Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ Ответственные от лаборатории	Основные исполнители	
<b>1. Исследования нарушений фундаментальных симметрий во взаимодействиях нейтронов с ядрами и сопутствующие данные</b> ЛНФ	<b>Копач Ю.Н.</b>  Ахмедов Г.С., Бериков Д., Борзаков С.Б., Ву Дык Конг, Гледенов Ю.М., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Данилян Г.В., Дорошкевич А.С., Ергашов А., Зейналов Ш.С., Каржан Н-Щ., Кузнецов В.Л., Кузнецова Е.В., Мажен С., Мезенцева Ж.В., Новицкий В.В., Опра И.А., Опра К.Д., Попов А.Б., Седышев П.В., Седышева М.В., Сидорова О.В., Симбирцева Н.В., Ской В.Р., Сухой А.М., Тележников С.А., Третьякова Т.Ю., Федоров Н.А., Храмо К., Чупраков И., Энхболд С., 19 инженеров, 15 рабочих	Модернизация Набор данных Анализ результатов

<p><b>2. Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН</b></p> <p>ЛНФ</p>	<p><b>Лычагин Е.В.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Модернизация Набор данных Анализ результатов </div> <p>Бунатян Г.Г., Горюнов С.В., Еник Т.Л., Жерненков К.Н., Кузнецов В.Л., Кулин Г.В., Малинин А.Г., Мицына Л.В., Музыка А.Ю., Незванов А.Ю., Покотиловский Ю.Н., Попов А.Б., Реброва Н.В., Стрелков А.В., Франк А.И., Фурман В.И., Шарапов Э.И., 4 инженера, 1 рабочий</p>
<p><b>3. Прикладные и методические работы</b></p> <p>ЛНФ</p>	<p><b>Седышев П.В.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Модернизация Набор данных Анализ результатов </div> <p>Алексеенок Ю.В., Ахмедов Г.С., Бадави В.М., Бериков Д., Борзаков С.Б., Вергель К.Н., Гледенов Ю.М., Горюнов С.В., Грозданов Д.Н., Гроздов Д.С., Гундорин Н.А., Данилян Г.В., Дмитриев А.Ю., Дорошкевич А.С., Еник Т.Л., Ергашов А., Жерненков К.Н., Зейналов Ш.С., Зиньковская И., Кузнецов В.Л., Кузнецова Е.В., Кулик М., Кулин Г.В., Лычагин Е.В., Мададзада А.И., Мажен С., Малинин А.Г., Мезенцева Ж.В., Мицына Л.В., Музыка А.Ю., Нгуен Т.Б. Ми, Незванов А.Ю., Ниедобова Б., Новицкий В.В., Нехорошков П.С., Опра И.А., Опра К.Д., Павликова И., Покотиловский Ю.Н., Попов А.Б., Реброва Н.В., Свозицова Краковска А., Седышева М.В., Сидорова О.В., Симбирцева Н., Ской В.Р., Стрелков А.В., Суховой А.М., Тележников С.А., Фан Л.Т., Федоров Н.А., Франк А.И., Филиппова О.С., Фронтасьева М.В., Фурман В.И., Христовозова Г.Я., Храмо К., Чан В.Ф., Чепурченко О.Е., Чалигава О., Чупраков И., Шарапов Э.И., Швецов В.Н., Швецова М.С., Энхболд С., Юшин Н.С., 35 инженеров, 20 рабочих.</p>
<p><b>4. Развитие установки ИРЕН</b></p> <p>ЛНФ</p> <p>ЛФВЭ</p> <p>ЛЯП</p>	<p><b>Швецов В.Н.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Модернизация </div> <p>Голубков Е.А., Пятаев В.Г., 15 инженеров, 1 рабочий</p> <p>Замрий В.Н., Минашкин В.Ф., Сумбаев А.П., 3 инженера</p> <p>Мешков И.Н.</p>
<p><b>5. Развитие экспериментальной инфраструктуры установки ИРЕН</b></p> <p>ЛНФ</p>	<p><b>Швецов В.Н.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Модернизация </div> <p>Беляков А.А., Лычагин Е.В., Пятаев В.Г., Седышев П.В., Трепалин В.А., 15 инженеров</p>
<p><b>6. Модернизация ускорителя ЭГ-5</b></p> <p>ЛНФ</p>	<p><b>Дорошкевич А.С.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Модернизация </div> <p>Лихачёв А.Н., 4 инженера.</p>
<p><b>7. Проект ЭНГРИН</b></p> <p>ЛНФ</p>	<p><b>Зейналов Ш.С.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Набор данных Анализ результатов </div> <p>Лебедев А.М., Мицына Л.В., Сидорова О.В., Суховой А.М.</p>
<p><b>8. Проект TANGRA</b></p>	<p><b>Копач Ю.Н.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Модернизация Набор данных Анализ результатов </div>

ЛНФ	Алиев Ф., Грозданов Д., Гундорин Н.А., Опра И.А., Опра К.Д., Седышев П.В., Ской В.Р., Третьякова Т.Ю., Федоров Н.А., Храмо К., Швецов В.Н.
ЛФВЭ	Алексахин В.Ю., Замятин Н.И., Зубарев Е.В., Рогов Ю.Н., Салмин Р.А., Сапожников М.Г., Слепнев В.М., Хабаров С.В.
ЛЯП	Красноперов А.В., Садовский А.Б., Саламатин А.В.
ЛРБ	Тимошенко Г.Н.

### Сотрудничество по теме:

Страна или международная организация	Город	Институт или лаборатория	Участники	Статус
Австралия	Мельбурн	Ун-т	Клейн А.Г. + 3 чел.	Совместные работы
Австрия	Инсбрук	Ун-т	Цайлингер + 1 чел.	Совместные работы
Азербайджан	Баку	БГУ ИГГ НАНА ИРП НАНА	Гаджиева С.Р. Гусейнов Д.А. Самедов О.А.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Албания	Тирана	УТ	Лазо П. + 3 чел.	Совместные работы
Армения	Ереван	НИЦИКН	Симомян А.Е. Ханзатян Г.А.	Протокол
Беларусь	Минск	БГУ НИИ ЯП БГУ НПЦ НАНБ по материаловедению	Ксенович В.К. + 2 чел. Максименко С.А. + 2 чел. Игнатенко О.В. + 3 чел.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Болгария	Пловдив	РУ	Балабанов Н. + 2 чел. Маринова С. + 3 чел.	Совместные работы
	София	UFT IE BAS INRNE BAS	Ангелов А. + 5 чел. Аврамов Л. Русков И. + 4 чел. Русков Т. Стоянов Ч. + 2 чел.	Совместные работы Совместные работы Протокол Совместные работы
Ботсвана	Палапье	BIUST	Хиллхауз Г. + 1 чел.	Совместные работы
Венгрия	Будапешт	RKK OU	Мезарос-Балинт А.	Совместные работы
Вьетнам	Ханой	IOP VAST VNU	Ле Хонг Кхьем + 2 чел. Фам Динг Кнанг + 5 чел.	Совместные работы Совместные работы
Германия	Дармштадт Дрезден Клеве Майнц Мюнхен	GSI HZDR HSRW JGU TUM	Шайденбергер К. Вагнер А. Фахми А. Рис Д. Кленке Й. Лауэр Т. Хутану В.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Грузия	Тюбинген Тбилиси	Ун-т AIP TSU	Генненвайн Ф. Сапожникова Н.А. Джапаридзе Г. + 4 чел.	Совместные работы Протокол Совместные работы
Египет	Александрия Гиза Каир Шибин-эль-Ком Эль-Мансура	TSU Ун-т CU NRC MU MU	Шетекаури Ш. + 5 чел. Бадави М.С. + 3 чел. Шериф М. Ибрагим М. + 3 чел. Эль Самман Х. + 5 чел.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы Совместные работы Совместные работы
Индия	Варанаси	MU BHU	Саллах М. + 2 чел. Кумар А. + 3 чел.	Совместные работы Совместные работы

Италия	Рим	ЕНЕА	Карта М. + 2 чел.	Совместные работы
Казахстан	Алма-Ата	ИЯФ	Ленник С.Г.	Протокол
	Кызылорда	КазНИИР	Глущенко В.Н.	Совместные работы
	Нур-Султан	ЕНУ	Дуйсембеков Б.А.	Протокол
Китай	Пекин	ИНЕР CAS	Омарова Н. + 5 чел.	Совместные работы
			Чай Зифанг + 3 чел.	Совместные работы
			Чжан Гуахуэй + 5 чел.	
	Сиань	NINT	Сун Чжаохуэ + 3 чел.	Совместные работы
МАГАТЭ	Вена	МАГАТЭ	Фесенко С.	Совместные работы
Молдова	Кишинев	ИМБ АНМ	Рудь Л.Б.	Протокол
		ИХ АНМ	Чокырлан А.Г.	Протокол
Монголия	Улан-Батор	CGL	Балжинням Н. + 2 чел.	Обмен визитами
			Балжинням Н. + 2 чел.	Совместные работы
		NRC NUM	Хуухэнхуу Г. + 3 чел.	Совместные работы
Польша	Вроцлав	UW	Косиор Г. + 5 чел.	Совместные работы
	Гданьск	GUT	Бизюк М. + 4 чел.	Совместные работы
	Краков	INP PAS	Годзик Б. + 4 чел.	Совместные работы
			Юрковски Я. + 1 чел.	
	Лодзь	UL	Анджеевски Ю. + 3 чел.	Совместные работы
	Люблин	UMCS	Жук Е. + 3 чел.	Совместные работы
			Ясиньская Б. + 7 чел.	
	Ополе	UO	Вацлавек М. + 5 чел.	Совместные работы
	Отвоцк (Сверк)	NCBJ	Мияновский С.	Совместные работы
			Поланский А. + 2 чел.	
	Познань	AMU	Блацак З. + 4 чел.	Совместные работы
			Навроцик В. + 4 чел.	
Республика Корея	Пхохан	PAL	Ким Г. + 3 чел.	Совместные работы
	Сеул	Dawonsys	Ким Донг Су	Совместные работы
	Тэджон	KAERI	Чанг Д.	Совместные работы
Россия	Борок	ИБВВ РАН	Цельмович В.А. + 2 чел.	Совместные работы
	Владикавказ	СОГУ	Лабриненко Ю.В.	Совместные работы
			Тваури И.В.	
	Воронеж	ВГУ	Вахтель В.М.	Совместные работы
			Кадменский С.Г. + 3 чел.	
	Гатчина	НИЦ КИ ПИЯФ	Воробьев А.С. + 3 чел.	Совместные работы
			Воронин В.В. + 10 чел.	
	Грозный	ЧГПУ	Оказова З.П.	Совместные работы
	Дубна	Гос. ун-т "Дубна"	Моржухина С.В. + 5 чел.	Совместные работы
			Сеннер А.Е. + 3 чел.	
		Диамант	Сыроватская Т.Н.	Совместные работы
	Екатеринбург	УрФУ	Кружалов А.В. + 5 чел.	Совместные работы
	Иваново	ИГХТУ	Гриневич В.И.	Совместные работы
			Дунаев А.М.	
	Ижевск	УдГУ	Бухарина И.Л.	Совместные работы
			Зубцовский Н.	
	Иркутск	ЛИН СО РАН	Ходжер Т.В.	Совместные работы
	Москва	ВНИИА	Боголюбов Е.П. + 1 чел.	Совместные работы
		ГИИ	Царевская Т.Ю.	Протокол
		ГИН РАН	Ляпунов С.М. + 3 чел.	Совместные работы
		ИКИ РАН	Митрофанов И.Г. + 5 чел.	Совместные работы
		ИОФ РАН	Михайлова Г.Н.	Совместные работы
		ИТЭФ	Беда А.Г.	Совместные работы
			Данилян Г.В. + 3 чел.	
		ИФХЭ РАН	Сафонов А.С. + 3 чел.	Совместные работы

Румыния		МГУ	Белохин В.С. Бацевич В.А. + 2 чел. Бушуев В.А. Краснушкин А.Б. + 1 чел.	Протокол Совместные работы
		НИИЯФ МГУ	Третьякова Т.Ю. + 2 чел. Чувильский Ю.М. + 1 чел.	Протокол Совместные работы
	Москва, Троицк	НИЦ КИ ИЯИ РАН	Барабанов А.Л. + 2 чел. Джилкибаев Р.М. Берлев А.И. Кузнецов В.Л. + 1 чел. Рябов Ю.В. + 7 чел.	Совместные работы Протокол Совместные работы
	Нижн. Новгород	ИФМ РАН	Салашенко Н.Н. Чхало Н.И. + 1 чел.	Совместные работы
	Обнинск	ФЭИ	Грудzewич О.Т. + 10 чел.	Совместные работы
	С.-Петербург	Ботанический сад БИН РАН НИИФ СПбГУ РИ СПбГЛТУ СПГУ	Ткаченко К.Г. + 3 чел. Бунаков В.Е. + 1 чел. Смирнов А.Н. + 1 чел. Алексеев А.С. + 10 чел. Василенко Т.А.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы Протокол
	Севастополь	ФТИ им. А.Ф.Иоффе	Вуль А.Я. + 5 чел.	Совместные работы
	Тула	ИнБИОМ ТулГУ	Мильчакова Н.А. + 2 чел. Горелова С.В.	Совместные работы Совместные работы
	Бая-Маре	TUCN-NUCBM	Тодоран Р. + 3 чел.	Совместные работы
	Бухарест	IFIN-НН	Михай О. Гита Д. Дима О. Пантелика А. + 3 чел. Сетнеску Р.	Протокол Совместные работы
		INCDIE ICPE-SA IGR UB	Мирела М. + 5 чел. Дулиу О. Груя И. Дулиу О. Жила А. Лазану И. Тудора А. Фикай А.	Совместные работы Протокол Совместные работы
	Галац	UPB UG	Энэ А. + 3 чел.	Протокол Совместные работы
	Клуж-Напока	INCDTIM	Соран Н.Л.	Совместные работы
	Констанца	UOC	Белк М. + 2 чел.	Совместные работы
	Мэгуреле	ISS NIMP	Потлог П.М. Бадика П. + 6 чел. Станкулеску А. + 4 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Орадя	UO	Опреа А. + 3 чел. Филип С.	Совместные работы
	Питешти	ICN	Преда М.	Совместные работы
	Рымнику-Вылча	I.C.S.I.	Куруя М. + 3 чел. Опря К. Штефанеску И.	Совместные работы
	Сибиу	ULBS	Бондреа И. Чисеа Д. + 8 чел.	Протокол Совместные работы
	Тимишоара	UVT	Штеф М. + 4 чел.	Совместные работы
Тырговиште	UVT	Стихи С. + 4 чел. Бамвак М.	Протокол Совместные работы	

	Яссы	NIRDTP UAIC	Бамкута И. Радулеску К. Сетнеску Т. Чирах Х. + 2 чел. Кармен М. + 5 чел.	Совместные работы Совместные работы
Северная Македония	Скопье	UKiM	Стафилов Т. + 3 чел.	Совместные работы
Сербия	Белград	IPB Ун-т	Аничич М. + 5 чел. Попович Д.	Совместные работы Совместные работы
Словакия	Нови-Сад Братислава	UNS CU	Крмар М. + 3 чел. Кучерка Н. + 5 чел. Холи К.	Совместные работы Совместные работы
Словения	Любляна	IEE SAS IP SAS GeoSS	Гуран Е. Климан Я. + 3 чел. Шайн Р.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы
США	Дарем, NC	Duke	Гоулд К. + 2 чел. Торноу В.	Договор
Таиланд	Лос-Аламос	LANL	Систрем С. + 5 чел.	Совместные работы
Турция	Ок-Ридж	ORNL	Келер П.	Совместные работы
Узбекистан	Хатъяй	PSU	Бонгсуван Т.	Совместные работы
Украина	Чанаккале	COMU	Кошкун М. + 3 чел.	Совместные работы
	Ташкент	ИЯФ АН РУз	Артемов С.В.	Совместные работы
	Бердянск	БГПУ	Кидалов В.В.	Протокол
	Донецк	ДонФТИ	Варюхин В.Н. Дорошкевич А.С. + 5 чел.	Протокол Совместные работы
	Киев	ИЯИ НАНУ КНУ	Грицай О. + 5 чел. Майданюк В. + 5 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Ужгород	ИЭФ НАНУ	Маслюк В.Т. + 5 чел.	Совместные работы
	Харьков	ИСМА НАНУ ННЦ ХФТИ	Гринев Б.В. Воронко В.А. + 1 чел. Сотников В.В. + 1 чел.	Совместные работы Совместные работы
Финляндия	Йювяскюля	UJ	Тржаска В.	Совместные работы
	Оулу	UO	Керонен А. + 3 чел.	Совместные работы
Франция	Гренобль	ILL	Гельтенборт П. Йенчель М. Несвижевский В. Петухов А.	Совместные работы Совместные работы
	Кадараш	LPSC	Протасов К.В. + 2 чел.	Совместные работы
	Сакле	CC CEA	Соул Р. + 5 чел.	Совместные работы
	Страсбург	LLB	Лерой С. + 2 чел.	Совместные работы
Хорватия	Загреб	IPHC Oikon IAE RBI	Стуттже Л. + 2 чел. Спирич З. + 5 чел. Валкович + 2 чел.	Совместные работы Совместные работы Совместные работы
ЦЕРН	Женева	ЦЕРН	Киавери Э. + 12 чел.	Совместные работы
Чехия	Острава	VSB-TUO	Янчик П.	Совместные работы
	Прага	CEI CTU	Кучера Я. + 2 чел. Штекл И. + 15 чел.	Совместные работы Совместные работы
	Ржеж	CVR	Патрик М.	Протокол
Швейцария	Виллиген	PSI	Лаусс Б. Шмидт-Веленбург Ф.	Совместные работы
ЮАР	Беллвилл	UWC	Петрик Л. + 5 чел.	Совместные работы
	Претория	UNISA	Софианос С.	Совместные работы
	Стелленбос	SU	Безюденот Ж. + 3 чел.	Совместные работы
Япония	Киото	KSU	Кимура И. + 3 чел.	Совместные работы
	Цукуба	КЕК	Масуда Я. + 5 чел.	Совместные работы