

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, Венгрия, Вьетнам, Германия, Грузия, Египет, Индия, Италия, Казахстан, Китай, МАГАТЭ, Молдова, Монголия, Норвегия, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Северная Македония, 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 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 P-нечетных и T-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 P-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 TRI- и ROT-эффектов для гамма-квантов и нейтронов при делении урана поляризованными нейтронами.
2. Измерение выходов и угловых корреляций легких заряженных частиц в тройном и четверном делении ${}^{252}\text{Cf}$ с помощью детекторов Timex.
3. Определение характеристик уровней возбуждения ядер в реакциях $(n,2n)$ и $(n,n'\gamma)$ 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. Определение модельных представлений о современных значениях плотности уровней и радиационных ширин ядер различной формы и типа при захвате медленных нейтронов.
6. Проведение эксперимента по поиску синглетного дейтрона.
7. Измерение сечений реакций ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$ и ${}^{91}\text{Zr}(n, \alpha){}^{88}\text{Sr}$ на быстрых нейтронах

Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН:

1. Проектирование и разработка необходимого экспериментального оборудования для проведения эксперимента по измерению эффективности извлечения очень холодных нейтронов из источника при помощи специально разработанного отражателя.
2. Построение физико-математической модели распространения медленных нейтронов в наноструктурированных алмазных отражателях на основе данных однократного малоуглового рассеяния холодных нейтронов.
3. Проведение измерений по квазизеркальному отражению ОХН от образца с кристаллитами размером $\sim 20\text{нм}$.
4. Проектирование и создание новой экспериментальной установки для изучения наблюдаемого недавно явления нестационарного нагрева УХН на поверхностных акустических волнах.
5. Разработка концепции источника УХН, основанного на идее накопления импульсного нейтронного потока, формируемого временной линзой.

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.
2. Разработка прототипа установки для поляризации нейтронов методом пропускания через мишень из ^3He .
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)

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., Бериков Д., Борзаков С.Б.,
Ву Дык Конг, Гледенов Ю.М., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А.,
Данилян Г.В., Зейналов Ш.С., Кобзев А.П., Кузнецов В.Л.,
Кузнецова Е.В., Кулик М., Мезенцева Ж.В., Миронов С.В.,
Новицкий В.В., Опреа И.А., Опреа К.Д., Покотилковский Ю.Н.,
Попов А.Б., Седышев П.В., Седышева М.В., Сидорова О.В.,
Симбирцева Н.В., Ской В.Р., Суховой А.М., Тележников С.А.,

Третьякова Т.Ю., Фан Лыонг Туан, Федоров Н.А.,
Чупраков И., Энхболд С., 24 инженера, 4 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., Захаров М.А.,
Жерненко К.Н., Кузнецов В.Л., Кулин Г.В., Мицына Л.В.,
Мионов С.В., Музыка А.Ю., Незванов А.Ю., Несипбай А.,
Покотиловский Ю.Н., Попов А.Б., Реброва Н.В.,
Стрелков А.В., Франк А.И., Фурман В.И., Шарапов Э.И., 3
инженера, 1 рабочий

3. Прикладные и методические работы

Седышев П.В.

Модернизация
Набор данных
Анализ результатов

ЛНФ

Зиньковская И., Кобзев А.П., Копач Ю.Н., Фурман В.И.,
Швецов В.Н., Вергель К.Н., Гроздов Д.С., Нехорошков П.С.,
Юшин Н. С., Христовоза Г.Я., Фронтасьева М.В.,
Ахмедов Г.С., Симбирцева Н.В., Борзаков С.Б.,
Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Кулик М., Мезенцева Ж.В.,
Опреа И., Опреа К., Ской В.Р., Дмитриев А.Ю., 22 инженера, 4
рабочих

4. Развитие установки ИРЕН

Швецов В.Н.

Модернизация

ЛНФ

Пятаев В.Г., Голубков Е.А., 17 инженеров, 1 рабочий

ЛФВЭ

Сумбаев А.П., Замрий В.Н., Минашкин В.Ф., 3 инженера

ЛЯП

Мешков И.Н.

5. Развитие экспериментальной инфраструктуры установки ИРЕН

Швецов В.Н.

Модернизация

ЛНФ

Беляков А.А., Лычагин Е.В., Пятаев В.Г., Седышев П.В.,
Трепалин В.А., 15 инженеров

6. Модернизация ускорителя ЭГ-5

Дорошкевич А.С.

Модернизация

ЛНФ

Лихачёв А.Н., Кобзев А.П., 4 инженера

7. Проект TANGRA

Копач Ю.Н.

Модернизация
Набор данных
Анализ результатов

ЛНФ

Ской В.Р., Гундорин Н.А., Швецов В.Н.,
Третьякова Т.Ю., Алиев Ф., Грозданов Д., Федоров Н.А.,
Храмко К., Опреа И.А., Опреа К.Д., Седышев П.В.

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	Гаджиева С.Р.	Совместные работы
		ИГТ НАНА	Гусейнов Д.А.	Совместные работы
		ИРП НАНА	Самедов О.А.	Совместные работы
Албания	Тирана	УТ	Лазо П. + 3 чел.	Совместные работы
Армения	Ереван	НИЦИКН	Симонян А. Е. Ханзатян Г. А.	Протокол
Беларусь	Минск	НИИ ЯП БГУ	Максименко С.А. + 2 чел.	Совместные работы
		НПЦ НАНБ по материаловедению	Игнатенко О.В. + 3 чел.	Совместные работы
Болгария	Пловдив	РУ	Балабанов Н. + 2 чел. Маринова С. + 3 чел.	Совместные работы
		UFT	Ангелов А. + 5 чел.	Совместные работы
	София	IE BAS	Аврамов Л.	Совместные работы
		INRNE BAS	Русков И. + 4 чел. Русков Т. Стоянов Ч. + 2 чел.	Протокол Совместные работы
Венгрия	Будапешт	RKK OU	Мезарос-Балинт А.	Совместные работы
Вьетнам	Ханой	IOP VAST	Ле Хонг Кхьем + 2 чел.	Совместные работы
		VNU	Фам Динг Кнанг + 5 чел.	Совместные работы
Германия	Дармштадт	GSI	Шайденбергер К.	Совместные работы
	Дрезден	HZDR	Вагнер А.	Совместные работы
	Клеве	HSRW	Фахми А.	Совместные работы
	Майнц	JGU	Рис Д.	Совместные работы
	Мюнхен	TUM	Кленке Й. Лауэр Т. Хугану В.	Совместные работы
Грузия	Тюбинген	Ун-т	Генненвайн Ф.	Совместные работы
	Тбилиси	AIP TSU TSU	Джапаридзе Г. + 4 чел. Шетекаури Ш. + 5 чел.	Совместные работы Совместные работы
Египет	Александрия	Ун-т	Бадави М.С. + 3 чел.	Совместные работы
	Гиза	CU	Шериф М.	Совместные работы
	Каир	NRC	Ибрагим М. + 3 чел.	Совместные работы
	Шибин-эль-Ком	MU	Эль Самман Х. + 5 чел.	Совместные работы

Индия	Эль-Мансура	MU	Саллах М. + 2 чел.	Совместные работы
	Варанаси	BHU	Кумар А. + 3 чел.	Совместные работы
	Италия	Рим	ЕНЕА	Карта М. + 2 чел.
Казахстан	Алма-Ата	ИЯФ	Глущенко В.Н.	Совместные работы
			Ленник С.Г.	Протокол
Китай	Кызылорда	КазНИИР	Дуйсембеков Б.А.	Протокол
	Нур-Султан	ЕНУ	Омарова Н. + 5 чел.	Совместные работы
	Пекин	ИНЕР CAS	Чай Зифанг + 3 чел. Чжан Гуахуэй + 5 чел.	Совместные работы
МАГАТЭ	Сиань	NINT	Сун Чжаохуэ + 3 чел.	Совместные работы
	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.	Совместные работы
				Обмен визитами
Норвегия		NRC NUM	Хуухэнхуу Г. + 3 чел.	Совместные работы
	Тронхейм	NTNU	Стейннес Э. + 2 чел.	Совместные работы
Польша	Вроцлав	UW	Косиор Г. + 5 чел.	Совместные работы
	Гданьск	GUT	Бизюк М. + 4 чел.	Совместные работы
Республика Корея	Краков	INP PAS	Годзик Б. + 4 чел. Юрковски Я. + 1 чел.	Совместные работы
	Лодзь	UL	Анджеевски Ю. + 3 чел. Шаланьски П.	Совместные работы
	Люблин	UMCS	Жук Е. + 3 чел.	Совместные работы
	Ополе	UO	Вацлавек М. + 5 чел.	Совместные работы
	Отвоцк (Сверк)	NCBJ	Мияновский С. Поланский А. + 2 чел.	Совместные работы
	Познань	AMU	Блащак З. + 4 чел. Навроцик В. + 4 чел.	Совместные работы
Россия	Пхохан	PAL	Ким Г. + 3 чел.	Совместные работы
	Сеул	Dawonsys	Ким Донг Су	Совместные работы
	Тэджон	KAERI	Чанг Д. Цельмович В.А.	Совместные работы
Россия	Борок	ИБВВ РАН	+ 2 чел.	Совместные работы
	Владикавказ	СОГУ	Лабриненко Ю.В. Тваури И.В.	Совместные работы
	Воронеж	ВГУ	Вахтель В.М. Кадменский С.Г.	Совместные работы
			+ 3 чел.	
	Гатчина	НИЦ КИ ПИЯФ	Воробьев А.С. + 3 чел. Воронин В.В. + 10 чел.	Совместные работы
	Грозный	ЧГПУ	Оказова З.П. Моржухина С.В.	Совместные работы
Россия	Дубна	Гос. ун-т "Дубна"	+ 5 чел. Сеннер А.Е. + 3 чел. Черемисина Е.Н.	Совместные работы

			+ 4 чел.	
Екатеринбург	Диамант		Сыроватская Т.Н.	Совместные работы
	УрФУ		Кружалов А.В. + 5 чел.	Совместные работы
Иваново	ИГХТУ		Гриневиц 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.	Совместные работы
			+ 3 чел.	
	ИКИ РАН		Митрофанов И.Г.	Совместные работы
			+ 5 чел.	
	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
	МГУ		Бацевич В.А. + 2 чел.	Совместные работы
			Бушуев В.А.	
			Краснушкин А.Б.	
			+ 1 чел.	
	НИИЯФ МГУ		Третьякова Т.Ю.	Совместные работы
			+ 2 чел.	
			Чувильский Ю.М.	
			+ 1 чел.	
	НИЦ КИ		Барабанов А.Л.	Совместные работы
			+ 2 чел.	
Москва, Троицк	ИЯИ РАН		Берлев А.И.	Совместные работы
			Джилкибаев Р.М.	
			Кузнецов В.Л. + 1 чел.	
			Рябов Ю.В. + 7 чел.	
Нижн. Новгород	ИФМ РАН		Салашенко Н.Н.	Совместные работы
			Чхало Н.И. + 1 чел.	
Обнинск	ФЭИ		Грудзевич О.Т.	Совместные работы
			+ 10 чел.	
С.-Петербург	Ботанический сад БИН РАН		Ткаченко К.Г. + 3 чел.	Совместные работы
	НИИФ СПбГУ		Бунаков В.Е. + 1 чел.	Совместные работы
	РИ		Смирнов А.Н. + 1 чел.	Совместные работы
	СПбГЛТУ		Алексеев А.С. + 10 чел.	Совместные работы
	СПГУ		Василенко Т.А.	Протокол
	ФТИ им. А.Ф.Иоффе		Вуль А.Я. + 5 чел.	Совместные работы
Севастополь	ИнБЮМ		Мильчакова Н.А.	Совместные работы
			+ 2 чел.	
Тула	ТулГУ		Горелова С.В.	Совместные работы
Румыния	Бая-Маре	TUCN-NUCBM	Тодоран Р. + 3 чел.	Совместные работы

	Бухарест	IFIN-HH	Михай О. Гита Д. Дима О. Пантелика А. + 3 чел. Сетнеску Р.	Протокол Совместные работы
		IGR	Дулиу О.	Протокол
		UB	Груя И. Дулиу О. Жила А. Лазану И. Тудора А.	Совместные работы
		UPB	Фикай А.	Протокол
	Галац	UG	Энэ А. + 3 чел.	Совместные работы
	Клуж-Напока	INCDTIM	Соран Н.Л.	Совместные работы
	Констанца	UOC	Белк М. + 2 чел.	Совместные работы
	Мэгуреле	ISS	Потлог П.М.	Совместные работы
		NIMP	Станкулеску А.	Протокол
	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.	Протокол
	Тырговиште	UVT	Бамвак М. Бамкута И. Радулеску К. Сетнеску Т. Стихи С. + 4 чел.	Совместные работы
	Яссы	NIRDTP	Чирах Х.	Протокол
Северная Македония	Скопье	UKiM	Стафилов Т. + 3 чел.	Совместные работы
Сербия	Белград	IPB	Аничич М. + 5 чел.	Совместные работы
		Ун-т	Попович Д.	Совместные работы
	Нови-Сад	UNS	Крмар М. + 3 чел.	Совместные работы
Словакия	Братислава	CU	Кучерка Н. + 5 чел. Холи К.	Совместные работы
		IEE SAS	Гуран Е.	Совместные работы
		ILE SAS	Манковска Б.	Совместные работы
		IP SAS	Климан Я. + 3 чел.	Совместные работы
Словения	Любляна	GeoSS	Шайн Р.	Совместные работы
США	Дарем	Duke	Гоулд К. + 2 чел. Торноу В.	Договор
	Лос-Аламос	LANL	Систрем С. + 5 чел.	Совместные работы
	Ок-Ридж	ORNL	Келер П.	Совместные работы
Таиланд	Хатъяй	PSU	Бонгсуван Т.	Совместные работы
Турция	Чанаккале	COMU	Кошкун М. + 3 чел.	Совместные работы
Узбекистан	Ташкент	ИЯФ АН РУз	Артемов С.В.	Совместные работы

Украина	Бердянск	БГПУ	Кидалов В.В.	Протокол
	Донецк	ДонФТИ	Варюхин В.Н.	Протокол
			Дорошкевич А.С.	Совместные работы + 5 чел.
	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	Гельтенборг П. Йенчель М. Несвижевский В. Петухов А.	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	Oikon IAE	Спирич З. + 5 чел.	Совместные работы
		RBI	Валкович + 2 чел.	Совместные работы
ЦЕРН	Женева	ЦЕРН	Киавери Э. + 12 чел.	Совместные работы
Чехия	Острава	UO	Янчик К. + 10 чел.	Совместные работы
		VSБ-TUO	Янчик П.	Совместные работы
	Прага	CEI	Кучера Я. + 2 чел.	Совместные работы
		CTU	Штекл И. + 15 чел.	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