

## СОДЕРЖАНИЕ

### Тезисы пленарных докладов

0.01.	СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УКРАИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ГРИДА. <i>Г.М. Зиновьев и др.</i> . . . . .	16
0.02.	ПОДГОТОВКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ННЦ ХФТИ К АНАЛИЗУ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА СМС (ЦЕРН). <i>П.В. Сорокин, Л.Г. Левчук.</i> . . . . .	16
0.03.	НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КОЛЛАБОРАЦИИ ННЦ ХФТИ и СЕБАФ(США). <i>А.В. Гламаздин и др.</i> . . . . .	17
0.04.	ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РЕАК- ЦИЯХ МНОГОЧАСТИЧНОГО ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДЕР $^{12}\text{C}$ И $^{16}\text{O}$ . <i>С.Н. Афанасьев</i> . . . . .	18
0.05.	ВЛАСТИВОСТІ НЕЗВ'ЯЗАНИХ ТА СЛАБКОВ'ЯЗАНИХ СТАНІВ ЛЕГКИХ ЯДЕР В ЗОВНІШНІХ ПОЛЯХ СУПУТНІХ ЧАСТИНОК. <i>Ю.М. Павленко</i> . . . . .	19
0.06.	МЕХАНИЗМ ЗАСЕЛЕНИЯ ИЗОМЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР С $N=82$ ВБЛИЗИ ПОРОГОВ $(\gamma, n)_m$ РЕАКЦИЙ. <i>В.М. Мазур и др.</i> . . . . .	20
0.07.	ДИФФУЗИОННЫЙ МЕХАНИЗМ КРАМЕРСА-ГИЛМОРА КАК ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА ФЛУКТУАЦИОННОГО КАНАЛА АЛЬФА-РАСПАДА, КЛАСТЕРНОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ И СПОНТАННОГО ДЕЛЕНИЯ. <i>В.Д. Русов и др.</i> . . . . .	20
0.08.	ОСОБЕННОСТИ ФОТОЯДЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗОТОПОВ. <i>В.Л. Уваров.</i> . . . . .	21
0.09.	РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ В НИК «УСКОРИТЕЛЬ» ННЦ ХФТИ. <i>В.Л. Уваров.</i> . . . . .	21
0.10.	ВОЗМОЖНОСТИ ГАММА-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА В ДИАГНОСТИКЕ И ПРОГНОЗЕ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА. <i>Н.П. Диккий.</i> . . . . .	22
0.11.	ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАО НА АЭС УКРАИНЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ. <i>В.Г. Батий и др.</i> . . . . .	23

0.12.	МЕТОД R-ФУНКЦИЙ (RFM) В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ. <i>Т.И. Шейко. . . .</i>	23
0.13.	СТАТУС ПРОЕКТА ХАРЬКОВСКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ГЕНЕРАТОРА «НЕСТОР». <i>А.Агафонов и др. . . . .</i>	24
0.14.	ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯДЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОЗОНДА С ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗОНДОФОРМИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ. <i>А.Г. Пономарев и др. . . . .</i>	24
0.15.	СХЕМА НАКОПИТЕЛЯ С УЧАСТКОМ МАЛОЙ АМПЛИТУДЫ ПРОДОЛЬНОЙ БЕТА-ФУНКЦИИ. <i>Е.В. Буляк и др. . . . .</i>	25
0.16.	ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 300А/230В МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ Н-100М УСТАНОВКИ «НЕСТОР». <i>В.И. Троценко и др. . . . .</i>	25
0.17.	МОДИФИЦИРОВАННАЯ СТРУКТУРА ФОКУСИРОВКИ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «НЕСТОР». <i>П. Гладких, А. Зелинский. . . . .</i>	26
0.18.	ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАМЕДЛЯЮЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ПЛОСКОМ ДИОДЕ. <i>В.М. Залкинд и др. . . . .</i>	27
0.19.	ПРОХОЖДЕНИЕ БЫСТРЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ЧЕРЕЗ ПРЯМЫЕ И ИЗОГНУТЫЕ КРИСТАЛЛЫ. <i>Н.Ф. Шульга. . . . .</i>	27
0.20.	СОСТОЯНИЕ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЙ КРЕМНИЕВЫХ ОДНОКАНАЛЬНЫХ И МНОГОКАНАЛЬНЫХ ПЛАНАРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ. <i>Н.И. Маслов. . . . .</i>	28
0.21.	ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ СГУСТКОВ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ. <i>Н.Ф. Шульга, Д.Н. Тютюнник. . . . .</i>	28
0.22.	РОЖДЕНИЕ МЕЗОНОВ И БАРИОНОВ В РАССЕЙАНИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ. <i>В.В. Котляр, Н.И. Маслов . . . . .</i>	29
0.23.	ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ЛУЭ-300 И ПРОГРАММА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. <i>А.Ю. Буки и др. . . . .</i>	29
0.24.	СОЗДАНИЕ ПУЧКА ЛИНЕЙНО ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ФОТОНОВ В ЛАБОРАТОРИИ МАХ-lab. <i>К. Fissum at al. . . .</i>	30
0.25.	АНАЛОГОВЫЕ РЕЗОНАНСЫ И ВЫСОКОВОЗБУЖДЕН- НЫЕ СОСТОЯНИЯ В ЛЕГКИХ ЯДРАХ. <i>А.Н. Водин. . . . .</i>	30

**Секция 1. Фундаментальные исследования при промежуточных и высоких энергиях**

1.01.	О ВОЗМОЖНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ БОЗОНА ХИГГСА С МАССОЙ $200 \text{ ГэВ}/c^2 \leq M_H \leq 400 \text{ ГэВ}/c^2$ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ CMS (ЦЕРН). <i>Л.Г. Левчук, С.Т. Лукьяненко</i> . . . . .	31
1.02.	ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ. <i>Ю.М. Малюта, Т.В. Обиход</i> . . . . .	31
1.03.	УНИТАРИЗОВАННЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АДРОНОВ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ. <i>Е.С. Мартынов</i> . . . . .	32
1.04.	ИЗУЧЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ В ИНКЛЮЗИВНОМ И ЭКСКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ ЧАСТИЦ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ЛЕГКИХ КВАРКОВ ПРИ ЭНЕРГИЯХ 35...70 ГэВ. (СОТРУДНИЧЕСТВО ННЦ ХФТИ, ОИЯИ, ГНЦ ИФВЭ). <i>А.А. Беляев и др.</i> . . . . .	32
1.05.	ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИД – ИНФРАСТРУКТУРЫ НАН УКРАИНЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАУЧНЫХ РАСЧЕТОВ. <i>А.О. Алькин и др.</i> . . . . .	33
1.06.	СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ННЦ ХФТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ LHC (ЦЕРН). <i>С.С. Зуб и др.</i> . . . . .	33
1.07.	РАБОТА СЛУЖБЫ PhEDEx НА КЛАСТЕРЕ ННЦ ХФТИ. <i>С.С. Зуб и др.</i> . . . . .	33
1.08.	О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВКЛАДА МАЛЫХ АМПЛИТУД В РЕАКЦИЯХ ДВУХЧАСТИЧНОГО ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДРА $^4\text{He}$ . <i>Р.Т. Муртазин и др.</i> . . . . .	34
1.09.	ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ УГЛОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ТЕНЗОРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННЫХ ЯДЕР В РЕАКЦИЯХ ТРЕХЧАСТИЧНОГО ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДРА $^{12}\text{C}$ . <i>С.Н. Афанасьев и др.</i> . . . . .	35
1.10.	P–НЕЧЕТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ ЯДРА $^3\text{He}$ . <i>В. Котляр</i> . . . . .	35
1.11.	АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА РЕАКЦИИ $^{16}\text{O}(\gamma, 2\alpha)2\alpha$ . <i>В.Н. Гурьев</i> . . . . .	36
1.12.	ОБЩИЕ СВОЙСТВА ТОКОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ВЫСОКОСПИНОВЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ПРОВЕРКА В УПРУГОМ ПИОН-НУКЛОННОМ РАССЕЯНИИ. <i>Ю.В. Кулиш, Е.В. Рыбачук</i> . . . . .	36

1.13.	РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОДЕТЫХ ЧАСТИЦ В ДИАГРАММНОМ ПОДХОДЕ. <i>П.А. Фролов.</i> . . .	37
1.14.	РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ОДНОБОЗОННОГО ОБМЕНА В МЕТОДЕ УНИТАРНЫХ ОДЕВАЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ. <i>Е.А. Дубовик, В.Ю. Корда.</i> . . . . .	37
1.15.	ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОДЕТЫХ ЧАСТИЦ В КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ. ПЕРЕНОРМИРОВКА МАССЫ. <i>И.В. Елецких.</i> . . . . .	37
1.16.	МОДЕЛЬНОНЕЗАВИСИМЫЙ АНАЛИЗ ЭЙРИ-СТРУКТУР В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЯХ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ЯДЕР $^4\text{He}$ И $^{16}\text{O}$ В РАМКАХ ОДНОЙ S-МАТРИЧНОЙ СИСТЕМАТИКИ. <i>А.С. Молев и др.</i> . . . . .	38
1.17.	РЕАКЦИИ АДРОННОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ ПРИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ В РАМКАХ ПОЛУМИКРОСКОПИЧЕСКОГО ПОДХОДА. <i>Н.В. Бондаренко.</i> . . . . .	38
1.18.	УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ И CP-АСИММЕТРИИ В РАСПАДЕ $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow 4$ ФЕРМИОНА. <i>В.А. Ковальчук.</i> . . . . .	39

## **Секция 2. Ядерно-физические методы в смежных науках**

2.01.	ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМЕСИ ПРИРОДНОГО И СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ В ОТНОШЕНИИ РАДИОНУКЛИДОВ $^{137}\text{Cs}$ И $^{90}\text{Sr}$ . <i>А.Ю. Лонин, А.П. Краснопёрова.</i> . . . . .	40
2.02.	УДАЛЕНИЕ ЦИНКА ИЗ КОНЦЕНТРАТА МЕДИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЕЙ. <i>В.А. Бочаров и др.</i> . . . . .	40
2.03.	РАСШИРЕНИЕ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ МИКРОЧАСТИЦ. <i>Г.К. Хомяков.</i> . . . . .	41
2.04.	ДИСТИЛЛЯЦИЯ ЦИНКОВОЙ МИШЕНИ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ МЕДИ. <i>В.А. Цимбал и др.</i> . . . . .	41
2.05.	РАСТВОРЕНИЕ МОЛИБДЕНОВЫХ МИШЕНЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА $^{99\text{m}}\text{Tc}$ . <i>В.А. Бочаров и др.</i> . . . . .	41
2.06.	МІНІ- $\gamma$ -КВАНТОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ В ХІРУРГІЇ ТА ОНКОЛОГІЇ. <i>В.П. Сулима та ін.</i> . . . . .	42
2.07.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ Au В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ $(\gamma, \gamma')$ РЕАКЦИИ. <i>С.Н. Афанасьев, Э.Л. Купленников.</i> . . . . .	43
2.08.	НИЗКОФОНОВЫЕ И ФОТОАКТИВАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ, ИЛА ВОДОЕМОВ КАРПАТ. <i>М.В. Стець та ін.</i> . . . . .	43

2.09.	ИЗУЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ГОРНЫХ ПОРОД И РУД УКРАИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ЩИТА. <i>А.А. Вальтер и др.</i> . . . . .	44
2.10.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ БОЛЬНЫХ ОСТЕОПОРОЗОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАММА-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА. <i>Н.П. Дикий и др.</i> . . . . .	44
2.11.	ГАММА-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА БИООБЪЕКТОВ ДЛЯ СУДЕБНО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ. <i>Н.П. Дикий и др.</i> . . . . .	45
2.12.	ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЦИНКА, НИКЕЛЯ И ВОЛЬФРАМА, ОБЛУЧЕННЫХ ГАММА-КВАНТАМИ. <i>Н.П. Дикий и др.</i> . . . . .	46
2.13.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАММА-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА В ИЗУЧЕНИИ СОСТАВА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА. <i>Н.П. Дикий и др.</i> . . . . .	46
2.14.	ПРОИЗВОДСТВО РЕНИЯ-186,188 ПОСРЕДСТВОМ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ НА ОСМИИ. <i>Н.П. Дикий и др.</i>	47
2.15.	ФОТОЯДЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНЕЦИЯ-95. <i>Н.И. Айзацкий и др.</i> . . . . .	48
2.16.	ПУЧКОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. <i>А.Е. Лагутин, Е.А. Городецкая.</i> . . . . .	48
2.17.	АКТИВАЦИЯ АРГОНА В ВОЗДУХЕ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ $^{18}\text{F}$ НА МЕДИЦИНСКОМ ЦИКЛОТРОНЕ RDS ECLIPSE. <i>О.А. Бесшейко и др.</i> . . . . .	48

**Секция 3. Структура ядра в реакциях на пучках протонов и легких ядер**

3.01.	ОСОБЕННОСТИ РАСПАДА ОКОЛОПороГОВОГО РЕЗОНАНСА $^7\text{Li}^*(7,45 \text{ МэВ})$ В РЕАКЦИИ $^7\text{Li}(\alpha, \alpha)^7\text{Li}^*$ . <i>В.Л. Шаблов и др.</i> . . . . .	50
3.02.	УШИРЕНИЕ ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕЗОНАНСА $^5\text{He}^*(16,75 \text{ МэВ})$ В ТРЕХЧАСТИЧНОЙ РЕАКЦИИ $^7\text{Li}(d, \alpha\alpha)n$ . <i>В.Л. Шаблов и др.</i> . . . . .	50
3.03.	ПРУЖНЕ РОЗСІЯННЯ ТА РОЗЩЕПЛЕННЯ ДЕЙТРОНІВ ЯДРАМИ $^{58}\text{Ni}$ ТА $^{124}\text{Sn}$ ПРИ ПІДБАР'ЄРНИХ ЕНЕРГІЯХ. <i>Ю.М. Павленко та ін.</i> . . . . .	51
3.04.	РАДИАЦИОННЫЙ ЗАХВАТ ПРОТОНОВ ЯДРАМИ $^{46}\text{Ti}$ . <i>С.Н. Утенков, К.В. Шебеко.</i> . . . . .	51

3.05.	СВОЙСТВА ИЗОТОПОВ Zr и Pb В ОКРЕСТНОСТИ ГРАНИЦЫ НЕЙТРОННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ. <i>В.Н. Тарасов и др.</i> . . . . .	52
3.06.	ПРЕИМУЩЕСТВА РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ КАНАЛИРОВАННЫХ ИОНОВ. <i>М.В. Ващенко и др.</i> . . . . .	53
3.07.	КУТОВІ КОРЕЛЯЦІЇ ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЙ ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha'{}^6\text{Li})n$ ТА ${}^7\text{Li}(\alpha, t\alpha)\alpha$ . <i>Ю.М. Павленко та ін.</i> . . . . .	53
3.08.	ПОЛНАЯ СИЛА МАГНИТНОГО ДИПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА В НЕЧЕТНЫХ ЯДРАХ SD-ОБОЛОЧКИ. <i>А.С. Качан и др.</i> . . . . .	54
3.09.	АНАЛИЗ НУКЛОН-ЯДЕРНОГО РАССЕЙАНИЯ И СТРУКТУРЫ АТОМНЫХ ЯДЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ СИЛ СКИРМА. <i>В.И. Курпиков и др.</i> . . . . .	55
3.10.	ЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ – ЧТО ЭТО ТАКОЕ? <i>Е.А. Скакун.</i> . . . . .	55
3.11.	О НАБЛЮДЕНИИ РЕЗОНАНСОВ ЯДРА ${}^6\text{He}$ В ОБЛАСТИ $E^* \sim 15$ МэВ В РЕАКЦИИ ${}^7\text{Li}(t, \alpha){}^6\text{He}$ . <i>Ю.Н. Павленко.</i> . . . . .	55
3.12.	АСИМПТОТИКА И ЛОЖНЫЕ УЗЛЫ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ ДЕЙТРОНА. <i>И.И. Гайсак и др.</i> . . . . .	56
3.13.	ТОЧНО РЕШАЕМАЯ МОДЕЛЬ СО СВЯЗАННЫМИ КАНАЛАМИ. <i>И.И. Гайсак и др.</i> . . . . .	56
3.14.	ОПИС ДВОДІРКОВИХ СТАНІВ ПАРНО-ПАРНИХ ЯДЕР В АДІАБАТИЧНОМУ ПІДХОДІ. <i>Р.М. Плекан та ін.</i> . . . . .	57
3.15.	ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПРОЦЕСС РАСЩЕПЛЕНИЯ ДЕЙТРОНОВ В ПОЛЕ СРЕДНИХ ЯДЕР. <i>В.И. Гранцев и др.</i> . . . . .	57
3.16.	АНАЛИЗ НИЗКОЛЕЖАЩИХ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДРА ${}^{31}\text{P}$ В МОДЕЛИ НИЛЬССОНА. <i>А.Н. Водин и др.</i> . . . . .	58
3.17.	МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ПРОТОНОВ ОТДАЧИ ОТ БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ. <i>С.К. Андрухович и др.</i> . . . . .	59
3.18.	КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ $\gamma$ -СПЕКТРОВ GAMMAPEAKS (VERSION 2.1). <i>А.Ю. Бережной, С.Н. Утенков.</i> . . . . .	59
3.19.	СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ РАДИАЦИОННЫХ СИЛОВЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЯДЕР С $45 < A < 85$ . <i>С.Н. Утенков, К.В. Шебеко.</i> . . . . .	60

**Секция 4. Компьютерные технологии в физических исследованиях**

4.01.	ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА СТЕНДА МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПЛЕКСА «НЕСТОР». <i>А. Зелинский и др.</i> . . . . .	61
-------	--	----

4.02.	СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. <i>С.А. Субботин, Ан.А. Олейник</i> . . . . .	61
4.03.	КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ. <i>С.А. Субботин, Ал.А. Олейник</i> . . . . .	62
4.04.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ. <i>В.А. Дудник и др.</i> . . . . .	62
4.05.	ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ С УЧЕТОМ РИСКА. <i>Ю.И. Ларионов, М.А. Хажмурадов</i> . . . . .	63
4.06.	МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ДЛЯ ТРАНСМУТАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙТРОНОВ. <i>Е.В. Рудычев и др.</i> . . . . .	63
4.07.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ АЗОТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. <i>А.С. Мазманишвили, И.И. Марченко</i> . . . . .	64
4.08.	ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОННОГО ПУЧКА В ПЛАЗМЕННОМ ИСТОЧНИКЕ ИОНОВ И ЕГО СРАВНЕНИЕ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ. <i>С.А. Пустовойтов и др.</i> . . . . .	65
4.09.	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ БЕСПЛАТНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. <i>А.М. Горбань и др.</i> . . . . .	65
4.10.	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ R-ФУНКЦИЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ПОЛИЗОНАЛЬНОМ ОРЕБРЕНИИ ТВЭЛОВ. <i>К.В. Максименко-Шейко</i> . . . . .	66
4.11.	МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ CsI-ДЕТЕКТОРА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСХОДНОГО СПЕКТРА. <i>И.М. Прохорец и др.</i> . . . . .	66
4.12.	ТЕХНОЛОГИЯ ВЫБОРА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ СЕТЕВЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ. <i>Г.И. Стопченко, И.А. Макрушан</i> . . . . .	67

4.13.	ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SCADA-СИСТЕМ. <i>Н.В. Васильцова и др.</i> . . . . .	67
4.14.	КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СИГНАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА. <i>Н.В. Васильцова и др.</i> . . . . .	68
4.15.	ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧАСТИЦ ПЛАЗМЕННОГО ФАКЕЛА МИШЕНИ ВО ВНЕШНИХ ПОЛЯХ. <i>А.М. Горбань, И.А. Бармет</i> . . . . .	68
4.16.	АЛГЕБРА ПРОЦЕССОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ. <i>Б.Б. Нестеренко, М.А. Новотарский</i>	68
4.17.	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «NESTOR» В КОНТЕКСТЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ TANGO. <i>А. Зелинский и др.</i>	69

**Секция 5. Фундаментальные исследования в целях развития ядерно-физических методик для нужд атомной энергетики, медицины и промышленности**

5.01.	ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНООБЪЕКТОВ ПУСТОТЫ В НАНОМАТЕРИАЛАХ ПОЗИТРОННЫМ МЕТОДОМ. <i>С.А. Гаврилов и др.</i> . . . . .	70
5.02.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРА КРИТИЧНОСТИ В РАМКАХ ПРОЦЕССА РОЖДЕНИЯ И ГИБЕЛИ НЕЙТРОНОВ В ПРИБЛИЖЕНИИ ПРОСТОГО РОСТА. <i>Э.А. Рудак, О.И. Ячник.</i> . . . . .	70
5.03.	УПРУГИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДИСКЕ, ОБЛУЧАЕМОМ ИМПУЛЬСНЫМ ПУЧКОМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ. <i>В.В. Ганн.</i> . . . . .	71
5.04.	КОНТРОЛЬ СООТНОШЕНИЯ ИЗОТОПОВ БОРА В КАРБИДЕ БОРА С ПОМОЩЬЮ РЕЗЕРФОРДОВСКОГО ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ. <i>В.Н. Бондаренко и др.</i> . . . . .	71
5.05.	РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОСЛІДНИЦЬКОГО РЕАКТОРА ВВР-М ЯК ДЖЕРЕЛА НЕЙТРОНІВ. <i>П.М. Ворона, В.Ф. Разбудей.</i> . . . . .	72
5.06.	РЕЖИМЫ С ОБОСТРЕНИЕМ В УРАН-ПЛУТОНИЕВОЙ ДЕЛЯЩЕЙСЯ СРЕДЕ. <i>В.Д. Русов и др.</i> . . . . .	72



5.07.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРОТКОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. <i>С.К. Андрухович и др.</i> . . . . .	73
5.08.	МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНЫ ДЕЛЕНИЙ В ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ МСНРХ. <i>А.В. Ганн, В.В. Ганн</i> . . . . .	74
5.09.	ИДЕНТИФИКАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ НЕЙТРОНОВ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ. <i>С.В. Корнеев и др.</i> . . .	74
5.10.	О ПЕРВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТРАНСМУТАЦИИ I-129, Np-237, Pu-238,239 НА УСТАНОВКЕ «СВИНЦОВАЯ МИШЕНЬ ПЛЮС ГРАФИТОВЫЙ ЗАМЕДЛИТЕЛЬ», ОБЛУЧАЕМОЙ ПУЧКОМ ДЕЙТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 2,33 ГэВ НУКЛОТРОНА ЛВЭ ОИЯИ. <i>С.В. Корнеев и др.</i> . . . . .	75
5.11.	УСТОЙЧИВОСТЬ ТРЕЩИН НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ “МЕТАЛЛ + НАГРУЗКА + ОБЛУЧЕНИЕ”. <i>В.Д. Русов и др.</i> .	75
5.12.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСИ ЖЕЛЕЗА В МАТЕРИАЛАХ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ НА ОСНОВЕ ТЕТРАФТОРИДА ЦИРКОНИЯ. <i>В.В. Левенец и др.</i> . . . . .	76
5.13.	КОМПАКТНЫЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ ТРАКТ ДЛЯ МНОГОДЕТЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ. <i>В.Г. Батий и др.</i> . . .	76
5.14.	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ УПАКОВОК С ВЫСОКОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. <i>В.Г. Батий и др.</i>	77
5.15.	ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ Al-Be-СПЛАВА ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ. <i>В.А. Кутовой и др.</i> . . . . .	77
5.16.	ИЗОМЕРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ПРОДУКТОВ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ НА ЯДРАХ ЖЕЛЕЗА, ЦИРКОНИЯ, СЕРЕБРА И ИНДИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ ГАММА-КВАНТОВ ВЫШЕ 35 МэВ. <i>О.А. Бесшгейко и др.</i> . . .	78

**Секция 6. Исследования по ядерной физике на пучках электронов и фотонов, в том числе на установках СП-95, «Электрон» и на прямом выходе**

6.01.	ВИЗНАЧЕННЯ ІЗОМЕРНИХ ВІДНОШЕНЬ У РЕАКЦІЇ ( $\gamma, p$ ) НА ІЗОТОПАХ $^{112}\text{Sn}$ , $^{118}\text{Sn}$ . <i>В.С. Бохінюк та ін.</i> . . . . .	79
-------	---	----

6.02.	ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ ІЗОМЕРНИХ СТАНІВ У РЕАКЦІЯХ ( $\gamma, \gamma'$ ), ( $\gamma, n$ ) НА ІЗОТОПАХ In. <i>В.С. Бохінюк та ін.</i> . . . . .	79
6.03.	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВХІДНОГО КАНАЛУ РЕАКЦІЇ ПОДІЛУ НА ВІДНОСНІ ВИХОДИ УЛАМКІВ. <i>В.С. Бохінюк та ін.</i> . . . . .	79
6.04.	ВЫХОДЫ ОСКОЛКОВ ФОТОДЕЛЕНИЯ $^{237}\text{Np}$ . <i>О.О. Парлаг и др.</i> . . . . .	80
6.05.	РЕЗОНАНСНОЕ РАССЕЙНИЕ ЭЛЕКТРОНА НА МЮОНЕ В ПОЛЕ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ. <i>В.Н. Недорешита и др.</i> . . . . .	80
6.06.	УСИЛЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ РАССЕЙНИИ КВАЗИКЛАССИЧЕСКИ МЕДЛЕННОГО ЭЛЕКТРОНА НА ИОНЕ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СРЕДНЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ. <i>А.В. Фрейв, С.П. Роцупкин</i> . . . . .	81
6.07.	СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОНЕЙТРОННЫХ РЕАКЦИЙ. <i>Д.М. Симочко та ін.</i> . . . . .	81
6.08.	МАССОВЫЕ (ЗАРЯДОВЫЕ) ВЫХОДЫ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ ЯДЕРНОЙ МАТЕРИИ. <i>В.Т. Маслюк и др.</i> . . . . .	82
6.09.	ВОЗБУЖДЕНИЕ ИЗОМЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ ИЗОТОПОВ РУБИДИЯ-84,86 В РЕАКЦИЯХ ЯДЕР ( $\gamma, n$ ). <i>В.М. Мазур та ін.</i> . . . . .	82
6.10.	КВАЗИУПРУГОЕ РАССЕЙНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ ГИГАНТСКИХ РЕЗОНАНСОВ. <i>В.В. Деняк и др.</i> . . . . .	83
6.11.	ФОТОВОЗБУЖДЕНИЕ ГАФНИЯ И ТАНТАЛА НА МИКРОТРОНЕ М-30. <i>В.Т. Маслюк и др.</i> . . . . .	83
6.12.	ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГАНТСКИХ РЕЗОНАНСОВ ЯДРА $^6\text{Li}$ В ДИАПАЗОНЕ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСОВ $0,75 \dots 1,30 \text{ фм}^{-1}$ С ПОМОЩЬЮ ПОЛОСКОВОГО МУЛЬТИПОЛЬНОГО АНАЛИЗА. <i>И.С. Тимченко, А.Ю. Буки</i> . . . . .	83
6.13.	ФУНКЦИИ ОТКЛИКА ЯДРА $^7\text{Li}$ ПРИ ПЕРЕДАННОМ 3-ИМПУЛЬСЕ $q = 1,250 \dots 1,625 \text{ фм}^{-1}$ . <i>А.Ю. Буки и др.</i> . . . . .	84
6.14.	О ДВИЖЕНИИ ЭЛЕКТРОНА В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ. <i>Ю.А. Аминов.</i> . . . . .	84
6.15.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ С ЯДРОМ ТАНТАЛА. <i>Ю.Н. Ранюк и др.</i> . . . . .	85

6.16.	ЛЕГКИЕ СКАЛЯРНЫЕ МЕЗОНЫ В РАДИАЦИОННЫХ РАСПАДАХ $\phi(1020)$ . <i>С.А. Ивашин, А.Ю. Корчин</i> . . . . .	86
-------	---	----

**Секция 7. Исследования и разработки ускорителей и  
накопителей заряженных частиц**

7.01.	ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА В КАНАЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГЕНЕРАТОРА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «НЕСТОР». <i>В.Е. Иващенко и др.</i> . . . . .	87
7.02.	ИЗЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОНА В ПОЛЕ ПЛОСКОЙ БЕГУЩЕЙ ЛИНЕЙНО ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ. КЛАССИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. <i>И.В. Дребот и др.</i> . . . . .	87
7.03.	СИСТЕМА ИНЖЕКЦИИ ДЛЯ ИСТОЧНИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «НЕСТОР». <i>П. Гладких и др.</i> . . . . .	88
7.04.	ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА ИНЖЕКЦИОННОГО ТРАКТА ДЛЯ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КОМПЛЕКСА «НЕСТОР». <i>В.Г. Гревцев и др.</i> . . . . .	88
7.05.	РАСЧЕТ ФУНКЦИИ ГРИНА ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ КРУГЛОГО ВОЛНОВОДА. <i>С.Д. Прийменко, Л.А. Бондаренко</i> . . . . .	89
7.06.	ПОЛНАЯ СИСТЕМА ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ. <i>С.Д. Прийменко, С.Н. Хижняк</i> . . . . .	89
7.07.	ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ВЧ-ЭЛЕКТРОДОВ УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ. <i>С.Д. Прийменко, С.Н. Хижняк</i> . . . . .	90
7.08.	УРАВНЕНИЯ САМОСОГЛАСОВАННОГО ПОЛЯ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЗАРЯЖЕННОЙ СРЕДЫ. <i>Н.Ю. Лукашина и др.</i> . . . . .	91
7.09.	ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ ДЛЯ КОМПАКТНОГО ПУЧКОВОГО ТОРА. <i>Л.А. Суханова, А.Ю. Хлестков</i> . . . . .	91
7.10.	ВИРТУАЛЬНЫЙ ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОТРОНОМ М-30. <i>Н.И. Романюк и др.</i> . . . . .	92
7.11.	СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РЕАЛЬНОГО КОМПТОНОВСКОГО ИСТОЧНИКА. <i>Е.В. Буляк, В.В. Скоморохов</i> . . . . .	92
7.12.	ИМПУЛЬСНЫЕ ЗАТВОРЫ ДЛЯ НАПУСКА ГАЗА В ИСТОЧНИКИ ИОНОВ И КЛАСТЕРОВ. <i>А.Ю. Карпенко и др.</i>	93

7.13.	ВОЗБУЖДЕНИЕ КИЛЬВАТЕРНЫХ ПОЛЕЙ ПРОТЯЖЕННЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ СГУСТКАМИ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ. <i>К.В. Галайдыч и др.</i> .	93
7.14.	УПРАВЛЕНИЕ МУЛЬТИПАКТОРНЫМИ РАЗРЯДАМИ В РЕЗОНАТОРНОЙ СТРУКТУРЕ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ИОНОВ. <i>Л.Д. Лобзов и др.</i> . . . . .	94
7.15.	КАПИЛЛЯРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЛИНИЯ УСКОРИТЕЛЯ ЭСУ-2. <i>А.С. Камышан и др.</i> . . . . .	94
7.16.	КОМПАКТНЫЙ ПУЧКОВЫЙ ТОР (КПТ) В СОБСТВЕННОМ ПОЛЕ: АБСОЛЮТНАЯ МАГНИТНАЯ ЛОВУШКА (АМЛ). <i>Л.А. Суханова, Ю.А. Хлестков.</i> . . . . .	95
7.17.	УСЛОВИЕ СТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЗАРЯЖЕННОЙ СРЕДЫ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ. <i>Л.А. Суханова, Ю.А. Хлестков.</i> . . . . .	95
7.18.	ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА ДЛЯ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «НЕСТОР». <i>А. Зелинский, А. Тарасюк.</i> . . . . .	96

### **Секция 8. Физика детекторов излучений**

8.01.	СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ ГЕРМАНИЕВОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДЕТЕКТОРА. <i>В.И. Касилов и др.</i> . . . . .	97
8.02.	МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ $e, X$ -ИЗЛУЧЕНИЯ. <i>В.И. Никифоров, В.Л. Уваров.</i> . . . . .	97
8.03.	СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. <i>В.И. Никифоров и др.</i> . . . . .	98
8.04.	БЛОК СЧЁТЧИКОВ ИМПУЛЬСОВ С LPT ИНТЕРФЕЙСОМ. <i>В.М. Мищенко, И.С. Ковтуненко.</i> . . . . .	99
8.05.	МЕТОДЫ СБОРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ. <i>С.К. Киприч, Н.И. Маслов.</i> .	99
8.06.	ОСОБЕННОСТИ РЕГИСТРАЦИИ $\beta$ -ИЗЛУЧЕНИЯ Si-ДЕТЕКТОРАМИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ. <i>В.И. Кулибаба и др.</i> .	100
8.07.	ПОЛЯРИМЕТР ГАММА-КВАНТОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ. <i>Д.Д. Бурдейный и др.</i> . . . . .	100
8.08.	КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАНАРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ. <i>В.И. Кулибаба и др.</i> . . . . .	101

8.09.	СКАНЕР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ПОЛЯ И ЭФФЕКТОВ РАССЕЙВАНИЯ ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ МИКРОТРОНА М-30. <i>Н.И. Романюк и др. . .</i>	101
8.10.	СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДИГНОСТИКА УСКОРЕННЫХ ИОНОВ ОТ КОЛЛЕКТИВНОГО УСКОРИТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ НИТРАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МАЙЛАРА. <i>Н.П. Дикий и др. . . . . .</i>	102
8.11.	ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПТОНОВСКОГО ТОМОГРАФА НА ПУЧКЕ ФОТОНОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИАПАЗОНА. <i>Ю.М. Аркатов и др. . . . . .</i>	102
8.12.	ЭФФЕКТ ЛАНДАУ-ПОМЕРАНЧУКА-МИГДАЛА. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ. <i>С.П. Фомин. . . . . .</i>	103
8.13.	МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫЛЕТА $\alpha$ -ЧАСТИЦЫ ИЗ АТОМА ПРИ $\alpha$ -РАСПАДЕ. <i>С.П. Майданюк. . . . . .</i>	104
8.14.	ДВА ПУТИ УГЛОВОГО ОПИСАНИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ $\alpha$ -РАСПАДЕ. <i>С.П. Майданюк. . . . . .</i>	105
8.15.	РАССЕЯНИЕ И ТУННЕЛИРОВАНИЕ НЕРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ТРЕХМЕРНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ С КУЛОНОВСКИМ БАРЬЕРОМ. <i>М.Э. Долинская и др. . . . . .</i>	105

**Секция 9. Фундаментальные исследования процессов взаимодействия ультрарелятивистских частиц с монокристаллами и веществом**

9.01.	УСТАНОВКА ДЛЯ ПОИСКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФРАГИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КАНАЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ. <i>Д.А. Бакланов и др. .</i>	107
9.02.	ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ МИКРОКРИСТАЛЛИТОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В ЭТОМ ОБРАЗЦЕ. <i>Д.А. Бакланов и др. . . . . .</i>	107
9.03.	УГЛОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЛЯРИЗАЦИЯ НЕДИПОЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В ТОНКОМ КРИСТАЛЛЕ. <i>А.С. Фомин, Н.Ф. Шульга. . . . . .</i>	108



10.03.	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНИМОСТИ ФОРМУЛЫ БРОДЕРА В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НИЖЕ 1 МэВ. <i>А.В. Мазилев и др.</i> . . . . .	115
10.04.	ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКИ «ЯЛІНА-БУСТЕР», УПРАВЛЯЕМОЙ ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКОМ НЕЙТРОНОВ. <i>А.И. Киевицкая и др.</i> . . . . .	115
10.05.	ЗАВИСИМОСТЬ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ОТ НАЧАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ПРОТОНОВ В ПРОТОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ. <i>В.В. Деняк и др.</i> . . . . .	116
10.06.	РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ЦИКЛОТРОНА СВ-28. <i>Г.Д. Пугачев и др.</i> . . . . .	116
10.07.	ВОПРОСЫ СЕРТИФИКАЦИИ УСКОРИТЕЛЯ ЭСУ-2. <i>А.Е. Лагутин.</i> . . . . .	117
10.08.	ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО УСКОРИТЕЛЯ «СОКОЛ» ИПФ НАН УКРАИНЫ. <i>И.Г. Игнатъев и др.</i> . . . . .	117
10.09.	ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСКОРИТЕЛЯ ЛУЭ-300 С УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ СВЧ-ПИТАНИЯ. <i>В.В. Аксютин и др.</i> . . . . .	118
10.10.	АНАЛИЗ РАБОТЫ УСКОРИТЕЛЯ ЛУЭ-300 В 2007 ГОДУ. <i>В.В. Аксютин и др.</i> . . . . .	119
10.11.	СТАБИЛИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА ГЕНЕРАТОРА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «НЕСТОР». <i>В.Н. Лященко и др.</i> . . . . .	120

## Тезисы пленарных докладов

### 0.01. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УКРАИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ГРИДА

*Г.М. Зиновьев, Е.С. Мартынов, С.Я. Свистунов*

*Институт теоретической физики им.Н.Н. Боголюбова НАН Украины*

Представлен обзор состояния двух украинских проектов внедрения и развития грид-технологий в научных исследованиях и практических приложениях, которые выполняются в Национальной академии наук Украины и в Министерстве образования и науки Украины. Дана информация об участии украинских институтов и университетов в международных грид-проектах и организациях EGEE, EGI и WLCG. Раскрыты основные положения Концепции «Государственной целевой научно-технической программы внедрения и использования грид-технологий», разработанной в НАН Украины и поданной на рассмотрение Кабинета Министров Украины. Предлагается иерархическая структурно-организационная модель построения единой национальной грид-инфраструктуры Украины, описаны содержание и функции основных элементов Украинского национального грида, представлены практические шаги и мероприятия, направленные на реализацию этой модели.

### 0.02. ПОДГОТОВКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ННЦ ХФТИ К АНАЛИЗУ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА CMS (ЦЕРН)

*П.В. Сорокин, Л.Г. Левчук*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Для выполнения программы исследований в эксперименте CMS и в других экспериментах, подготавливаемых на суперколлайдере LHC (ЦЕРН), необходимо достаточно быстро обрабатывать и анализировать огромный поток информации, поступающей с детектора. Этот поток будет распараллелен и направлен для обработки сразу в несколько региональных центров (РЦ). Для осуществления этого, а также для обеспечения эффективного удаленного доступа к данным и их анализа создана разветвленная многоярусная структура РЦ на основе новой компьютерной технологии распределенных вычислений и баз данных Grid. Предполагается, что специализированный вычислительный комплекс для обработки и анализа данных экспериментов LHC, созданный в ННЦ ХФТИ, станет одним из центров второго яруса (“T2-центром”) всемирного LHC Grid (WLCG). Комплекс представляет собой кластер, построенный на основе современных высокопроизводительных процессоров с 64-разрядной архитектурой. Его ресурсы предназначены прежде всего для анализа частично обработанных данных, а также компьютерной генерации событий и восстановления (в



ограниченном объеме) реально зарегистрированных событий. Обсуждаются текущее состояние кластера и планы его развития на первые годы работы ЛНС. Рассматривается конфигурация в системе элементов WLCG и специализированного программного обеспечения эксперимента CMS. Обсуждаются полученные в ННЦ ХФТИ результаты по изучению возможности обнаружения в эксперименте CMS массивного бозона Хиггса по его распадам  $H^0 \rightarrow Z^0 Z^0 \rightarrow e^+e^-(\mu^+\mu^-) + \nu\nu$  на основе компьютерного моделирования.

### 0.03. НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КОЛЛАБОРАЦИИ ННЦ ХФТИ и СЕБАФ(США)

*А.В.Гламаздин, В.Г.Горбенко, Р.И.Помацалюк, П.В.Сорокин  
ННЦ "Харьковский физико-технический институт"*

Приведены результаты новых методических разработок и экспериментальных исследований, выполненных в 2007 году сотрудниками ННЦ ХФТИ в составе международных коллабораций на ускорителе СЕБАФ (США). Описана реконструкция мёллеровского поляриметра зала А с целью подготовки к проведению экспериментальных исследований нейтронного формфактора ядра  $Pb^{208}$  при измерении электрослабой асимметрии в реакции упругого рассеяния электронов. Кратко рассмотрены технические особенности мишенного устройства с использованием сверхпроводящих катушек Гельмгольца для поляризации электронов в ферромагнитных мишенях методом "грубой силы", способы снижения нагрузок на мишень и детектор при использовании квазиимпульсного режима работы ускорителя. Коротко рассмотрены физические аспекты исследования нейтронного радиуса ядер методом измерения электрослабой асимметрии при упругом рассеянии поляризованных электронов. Существенно реконструирована система электронного сбора данных. При этом использованы более быстрые устройства и блоки: фотоумножители XP2020 (с длиной импульса 3.5 наносекунды), дискриминаторы P/S 708 (до 250...300 МГц), схемы совпадений P/S 754, программируемая логическая схема CAEN V1495, время-цифровой преобразователь TDC CAEN V11908, амплитудно-цифровой преобразователь DAC VNIVME-4140, которые в комплексе позволяют существенно повысить скорости набора статистики, как детектирующей системы мёллеровского поляриметра, так и систем сбора данных общего пользования зала А и других экспериментальных залов ускорителя СЕБАФ.

Представлена конструкция и параметры электромагнитного калориметра зала А ускорителя СЕБАФ. Калориметр представляет матрицу из 22x32 блоков свинцового стекла с поперечным размером 4x4 см каждый и предназначен для эксперимента по реальному комптоновскому рассеянию на протонах. Описаны системы термостабилизации калориметра в целом и

системы лазерной калибровки усиления, а также автоматизированной системы установки и регулирования высокого напряжения фотоумножителей, непосредственно разработанных и реализованных сотрудниками ННЦ ХФТИ. Коротко рассмотрены экспериментальные результаты по измерению поперечного сечения комптоновского рассеяния на протоне при высоких переданных импульсах. Экспериментальные данные для величины поперечного сечения, полученные в широком диапазоне кинематических параметров сравниваются с другими экспериментальными данными и предсказаниями, основанными на модели кварковых мешков и модели скейлинга.

Приведено краткое описание и результаты калибровки системы мечения фотонов тормозного спектра зала В ускорителя СЕБАФ. Использование в процессе калибровки парного спектрометра позволяет провести энергетическую калибровку системы мечения на уровне  $\pm 0.1\% E_\gamma$ , что значительно повышает точность установки CLAS зала В при измерении спектров недостающих масс в экспериментах по исследованию многочастичных фотоядерных реакций.

Отмечено, что, в целом, научное сотрудничество между ННЦ ХФТИ и СЕБАФ развивается успешно и расширяется на новые эксперименты в других залах и в более широком энергетическом диапазоне и должно быть продолжено.

#### 0.04. ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РЕАКЦИЯХ МНОГОЧАСТИЧНОГО ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДЕР $^{12}\text{C}$ И $^{16}\text{O}$

*С.Н. Афанасьев*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Методом диффузионной камеры в магнитном поле на пучке тормозных фотонов с  $E_\gamma^{\text{макс}} = 150$  МэВ выполнено исследование многочастичных реакций двух типов: полного  $\alpha$ -частичного фоторасщепления ядер  $^{12}\text{C}$  и  $^{16}\text{O}$  ( $^{12}\text{C}(\gamma, 3\alpha)$ ,  $^{16}\text{O}(\gamma, 4\alpha)$ ) и глубокого фоторасщепления ядра углерода ( $^{12}\text{C}(\gamma, n)^3\text{He}2\alpha$ ,  $^{12}\text{C}(\gamma, p)^3\text{H}2\alpha$ ). В эксперименте использована практически чистая мишень малой плотности. Камера, являясь одновременно и газовой мишенью и детектором, обладает хорошим пространственным разрешением и позволяет изучать все реакции в одинаковых физических условиях с регистрацией всех заряженных частиц в конечном состоянии.

В реакциях  $^{12}\text{C}(\gamma, 3\alpha)$  и  $^{16}\text{O}(\gamma, 4\alpha)$  выделены каналы, связанные с образованием ядра  $^8\text{Be}$  в одном из возбужденных состояний. Определены относительные вероятности образования парциальных каналов и впервые измерены парциальные сечения каналов в зависимости от энергии  $\gamma$ -кванта. Обнаружена корреляция между энергией, соответствующей максимуму сечения  $i$ -го уровня  $E_m$  и энергией возбуждения  $i+1$ -го уровня  $E_0$ :  $E_m^i = E_0^{i+1} + \epsilon$ , где  $\epsilon$  – порог реакции. Качественно результаты объяснены в модели поглощения  $\gamma$ -кванта квази- $\alpha$ -частичной парой.

В реакциях  $^{12}\text{C}(\gamma, \text{p})^3\text{He}2\alpha$  и  $^{12}\text{C}(\gamma, \text{p})^3\text{H}2\alpha$  обнаружено, что распад идет по схеме последовательного типа: возбужденные состояния ядер  $^{11}\text{C}$  и  $^{11}\text{B}$  распадаются с образованием слабовозбужденных состояний ядер  $^7\text{Be}$ ,  $^7\text{Li}$  и  $^8\text{Be}$ . Определено, что состояния ядер  $^{11}\text{C}$  и  $^{11}\text{B}$  имеют квантовые числа  $J^\pi=1/2^+$ . Выделение парциальных каналов снимает неопределенность в этапе образования ядер  $^3\text{He}$  и  $^3\text{H}$ , так как здесь они появляются только при распаде возбужденных ядер  $^{11}\text{C}$  и  $^{11}\text{B}$ . Измерены угловые распределения нуклонов в системе центра масс. При энергиях до 40 МэВ результаты объяснены в модели прямого механизма, а при энергиях выше 40 МэВ результаты согласуются с расчетами в модели поглощения  $\gamma$ -кванта нуклонной парой.

В кривой возбуждения ядра  $^8\text{Be}$  в реакциях фоторасщепления углерода между основным и первым возбужденным состояниями обнаружен резонанс с параметрами  $E_0=0.72$  МэВ,  $\Gamma=0.75$  МэВ, идентифицированный как аномалия-призрак (АП). В одноуровневом приближении R-матричной теории показано, что появление АП может быть объяснено модуляцией кривой возбуждения основного состояния ядра  $^8\text{Be}$  вероятностью проницаемости потенциального барьера  $\alpha$ -частицей. В фотоядерных реакциях АП наблюдается впервые.

#### 0.05. ВЛАСТИВОСТІ НЕЗВ'ЯЗАНИХ ТА СЛАБКОВЗ'ЯЗАНИХ СТАНІВ ЛЕГКИХ ЯДЕР В ЗОВНІШНІХ ПОЛЯХ СУПУТНІХ ЧАСТИНОК

*Ю.М. Павленко*

*Інститут ядерних досліджень НАН України, м.Київ*

Деякі ядерні процеси, наприклад розщеплення слабковз'язаних ядер в полі важких ядер та утворення і розпад незв'язаних (резонансних) станів ядер у вихідних каналах тричастинкових реакцій, можна розглядати як такі, що відбуваються в зовнішніх полях супутніх частинок. В даній роботі наведено огляд результатів досліджень структурних властивостей нейтронадлишкового ядра  $^6\text{He}$  в процесах взаємодії вторинних пучків цих нестабільних ядер з важкими ядрами при підбар'єрних енергіях, а також досліджень характеристик незв'язаних станів ізотопів He, Li, Be за різних умов їх утворення та розпаду в різних три- та чотиричастинкових реакціях. Аналізуються різні експериментальні методики, розроблені та застосовані для досліджень вказаних процесів, зокрема кореляційні методи резонансної спектроскопії та прямий безмодельний метод визначення ймовірностей розпаду біляпорогових резонансів в тричастинкових реакціях. Отримані експериментальні дані порівнюються з розрахунками в рамках різних теоретичних моделей. Обговорюються також перспективи досліджень структури та інших властивостей резонансів легких радіоактивних ядер з нейтронним надлишком.

## 0.06. МЕХАНИЗМ ЗАСЕЛЕНИЯ ИЗОМЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР С $N=82$ ВБЛИЗИ ПОРОГОВ $(\gamma, n)^m$ РЕАКЦИЙ

*В.М. Мазур, З.М. Биган, Д.М. Симочко, Г.Ф. Питченко*

*Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород*

Измерены изомерные отношения выходов вблизи порогов реакций  $^{138}\text{Ba}(\gamma, n)^{137m}\text{Ba}$ ,  $^{140}\text{Ce}(\gamma, n)^{139m.g}\text{Ce}$ ,  $^{142}\text{Nd}(\gamma, n)^{141m.g}\text{Nd}$  и  $^{144}\text{Sm}(\gamma, n)^{143m.g}\text{Sm}$ .

Измерения проведены с шагом  $\Delta E=0,2$  МэВ. Спин основного состояния материнских четно-четных ядер  $J^\pi=0^+$ . Изомерное состояние дочерних ядер является дырочным состоянием оболочки  $1h^{-1}$  и имеет спин-четность  $J_m^\pi = 11/2^-$ . Спин-четность основного состояния всех ядер  $J_g^\pi = 3/2^+$ . Измеренные экспериментальные пороги  $E_{\text{эф}}$  реакции  $(\gamma, n)^m$  составили: для  $^{138}\text{Ba}$  – 11,0 МэВ, для  $^{140}\text{Ce}$  – 11,5 МэВ, для  $^{142}\text{Nd}$  – 11,9 МэВ, для  $^{144}\text{Sm}$  – 12,2 МэВ. При этом погрешность определения не превышала 150 кэВ.

Анализ показывает, что заселение изомерного уровня осуществляется E2-переходами через активационные уровни  $7/2^-$  с энергией 1,797 МэВ для  $^{137}\text{Ba}$ , 1,843 МэВ для  $^{139}\text{Ce}$ , 1,403 МэВ для  $^{141}\text{Nd}$ , 1,310 МэВ для  $^{144}\text{Sm}$ . Вторыми активационными уровнями являются состояния с  $J^\pi= 7/2^-$  с более высокой энергией: 2047, 2028, 1715 МэВ соответственно. Состояния с  $J^\pi= 7/2^-$  могут заселяться при вылете нейтронов с моментом  $l=2$ . Нейтроны с такими моментами появляются при их энергиях 300...400 кэВ, что вполне удовлетворительно согласуется с экспериментальными значениями  $E_{\text{эф}}$ .

## 0.07. ДИФФУЗИОННЫЙ МЕХАНИЗМ КРАМЕРСА-ГИЛМОРА КАК ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА ФЛУКТУАЦИОННОГО КАНАЛА АЛЬФА- РАСПАДА, КЛАСТЕРНОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ И СПОНТАННОГО ДЕЛЕНИЯ

*В.Д. Русов<sup>1</sup>, С. Мавродиев<sup>2,3</sup>, Л. Александров<sup>3</sup>, М.А. Делиергиев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Одесский национальный политехнический университет, Украина;*

<sup>2</sup>*Институт ядерных исследований и ядерной энергетики, Болгария;*

<sup>3</sup>*Объединенный институт ядерных исследований, Россия*

Обсуждается принципиальная возможность классического описания процессов распада тяжелых радиоактивных ядер, нелинейная ядерная динамика которых при определенных условиях может порождать так называемый индуцированный шумом переход, или, точнее говоря, флуктуационный канал альфа-распада, кластерной радиоактивности и спонтанного деления, обусловленного диффузионным механизмом Крамерса-Гилмора.

На основе известных экспериментальных данных найдены параметризованные решения уравнения Крамерса-Гилмора ланжевеновского типа, с высокой точностью описывающие зависимость периодов полураспада тяжелых радиоактивных ядер от полной кинетической энергии дочерних продуктов распада.

## 0.08. ОСОБЕННОСТИ ФОТОЯДЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗОТОПОВ

*В.Л. Уваров*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В ННЦ ХФТИ на протяжении последних 10 лет ведется разработка фотоядерной технологии производства ряда изотопов медицинского назначения (Mo-99/Tc-99m, Cu-67, Sc-47, Co-57 и др.) с использованием сильноточных линейных ускорителей электронов (средний ток пучка – до 200  $\mu$ А, энергия электронов – до 100 МэВ).

В обзоре изложены результаты разработки основных элементов технологии: ее концепция, методы моделирования теплофизических характеристик выходных устройств (выпускное окно ускорителя, конвертер тормозного излучения (ТИ) высокой интенсивности и изотопная мишень), а также оптимизации режима облучения мишени с учетом ее тепловой стойкости и нагрузочной характеристики ускорителя.

Описан разработанный набор специализированных мишенных устройств различного назначения:

- для производства плоских радионуклидных источников;
- для активации порошковых мишеней, в том числе с измерением их температуры;
- для активации цельнометаллических мишеней.

Изложены результаты разработки методов дистанционного мониторинга наиболее критичных параметров фотоядерного производства изотопов – скорости генерации изотопного продукта, поглощенной мощности излучения в мишенном устройстве и интенсивности ТИ.

Работа выполнена при поддержке УНТЦ, проект №3151

## 0.09. РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ В НИК «УСКОРИТЕЛЬ» ННЦ ХФТИ

*В.Л. Уваров*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В 1987 г. в ННЦ ХФТИ была разработана и сдана в эксплуатацию промышленная радиационная установка на базе линейного ускорителя электронов ЛУ-10 (10 МэВ, 10кВт).

В настоящее время на установке проводятся технологические программы и исследования с применением электронного и тормозного излучения. Основной объем пучкового ресурса (свыше 2000 часов в год) используется для стерилизации изделий медицинского назначения, фармацевтического сырья, готовых форм и т.д.

Наряду с непрерывной модернизацией установки, создана система метрологического обеспечения радиационных программ, включающая набор технологических измерительных каналов, а также комплекс рабочих эталонов. Это позволяет проводить помимо промышленной обработки продукции также ее квалификационные испытания с применением электронного и тормозного излучения.

Описаны основные параметры полей излучения установки, используемые средства измерительной техники и компьютерных технологий, а также приведены данные по динамике пучкового ресурса ЛУ-10, затраченного на обеспечение технологических программ за последние годы.

## 0.10. ВОЗМОЖНОСТИ ГАММА-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА В ДИАГНОСТИКЕ И ПРОГНОЗЕ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА

*Н.П. Дикий*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Гамма-активационный анализ находит широкое применение в различных областях, в частности, в медицине. Необходимость получения результатов содержания элементов с низким пределом обнаружения на уровне  $10^{-5} \dots 10^{-7}\%$  масс. является одним из основных требований, которое позволит с высокой степенью надежности выделить группы риска людей по гипер- и гипозлементозам.

Выбор и подготовка биообъектов исследования в зависимости от возраста, пола людей, региона их проживания с учетом влияния окружающей среды на организм, а также степени различных патологических процессов, дает возможность уже сейчас проводить массовые анализы в любом регионе Украины.

В качестве объектов исследования были использованы волосы, кровь, плазма, желудочная слизь и др. у практически здоровых людей, а также при различных заболеваниях (lymphocytosis, dermatoz, asthma, gastric).

Активация гамма излучением биообъектов проведена на линейном ускорителе электронов с энергией 22 МэВ и током 500 мкА.

Спектр гамма-излучения образцов регистрировался Ge(Li)-детектором объемом  $50 \text{ см}^3$  и разрешением 3,2 кэВ по линии 1333 кэВ. Предел обнаружения элементов составил  $10^{-5}\%$  масс.

Были обнаружены следующие элементы: Zn, Mn, Ni, Pb, As, I, Sr и др.

Статистическая обработка результатов элементного анализа позволила выявить критерии для прогнозирования и мониторинга различных заболеваний.

## 0.11. ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАО НА АЭС УКРАИНЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

*В.Г. Батий, А.А. Правдивый, В.М. Рудько, А.И. Стоянов*

*Институт проблем безопасности атомных электростанций НАН Украины,  
г.Чернобыль*

Проведен краткий анализ проблем обращения с РАО на АЭС Украины, в частности практически полное отсутствие систем характеристики и кондиционирования для подготовки к последующему захоронению вновь образуемых и накопленных за время эксплуатации АЭС.

На основе анализа существующих измерительных методик разработаны технические предложения и требования для оборудования по определению основных характеристик РАО на АЭС Украины и развития технологий переработки с целью минимизации РАО.

В частности, показана необходимость обследования радиационных характеристик РАО в пристанционных хранилищах, для чего необходимо развивать методы измерения угловых распределений гамма-излучения.

Работа выполнена в рамках проекта УНТЦ №3511.

## 0.12. МЕТОД R-ФУНКЦИЙ (RFM) В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

*Т.И. Шейко*

*Институт проблем машиностроения им.А.Н. Подгорного НАН Украины;  
Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

Рассматриваются как концептуальные вопросы, явившиеся идейной основой RFM так и результаты исследований последнего десятилетия. Новые конструктивные средства RFM направлены на совершенствование методов описания геометрических объектов (ГО) неклассических форм в 3D, ГО с трансляционным и циклическим типами симметрии, в том числе методов трансляции на конечных интервалах.

Разработана технологическая основа для автоматизации процесса построения уравнений составных ГО из стандартных (предлагаемых пользователю) примитивов.

Разработаны методы построения пучков функций (структур решений), точно учитывающих граничные условия. Такие структуры могут в дальнейшем быть скомбинированы со многими численными методами для нахождения приближенных решений краевых задач математической физики.

Реализация RFM и его возможностей проиллюстрирована на примерах решения некоторых задач гидродинамики, магнитной гидродинамики, теории электромагнитного расхождомера и др.

1. В.Л. Рвачев. Теория R-функций и некоторые её приложения. Киев: Наук. думка, 1982, 552 с.

### 0.13. СТАТУС ПРОЕКТА ХАРЬКОВСКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ГЕНЕРАТОРА «НЕСТОР»

*А.Агафонов<sup>1</sup>, В. Андросов<sup>2</sup>, Н. Айзацкий<sup>2</sup>, В. Борискин<sup>2</sup>, Я. Ботман<sup>3</sup>,  
Е. Буляк<sup>2</sup>, А. Гвоздь<sup>2</sup>, П. Гладких<sup>2</sup>, В. Гревцев<sup>2</sup>, Ю. Григорьев<sup>2</sup>, А. Довбня<sup>2</sup>,  
О. Звонарёва<sup>2</sup>, А. Зелинский<sup>2</sup>, И. Дребот<sup>2</sup>, В. Иващенко<sup>2</sup>, И. Карнаухов<sup>2</sup>,  
В. Козин<sup>2</sup>, В. Кушнир<sup>2</sup>, А. Лебедев<sup>1</sup>, В. Лященко<sup>2</sup>, В. Маргин<sup>2</sup>, Н. Москалец<sup>2</sup>,  
Н. Мочешников<sup>2</sup>, А. Мыцыков<sup>2</sup>, И. Неклюдов<sup>2</sup>, Т. Никитина<sup>2</sup>, Ф. Пеев<sup>2</sup>,  
А. Резаев<sup>2</sup>, В. Скирда<sup>2</sup>, В. Скоморохов<sup>2</sup>, Ю. Телегин<sup>2</sup>, В. Троценко<sup>2</sup>, Ю. Тур<sup>2</sup>, С.  
Шейко<sup>2</sup>, А. Щербаков<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Физический институт им.акад.П.Н. Лебедева, г.Москва, Россия

<sup>2</sup>ННЦ «Харьковский физико-технический институт»

<sup>3</sup>Технический университет Эйндховена, г.Эйндховен, Нидерланды

Проект «НЕСТОР» имеет целью создание в Национальном научном центре «Харьковский физико-технический институт» генератора интенсивного квазимонохроматического рентгеновского излучения на основе обратного комптоновского излучения лазерных фотонов на релятивистских электронах в накопителе.

Это позволит проводить в ННЦ ХФТИ и в Украине широкий спектр исследований, как фундаментальных – в физике, химии, биологии и медицине, так и прикладных, направленных на развитие новейших высокоинтеллектуальных технологий во многих областях промышленности и техники, включая нанотехнологию, микромеханику, литографию, охрану окружающей среды и здоровья человека.

«НЕСТОР» состоит из компактного накопителя электронов, инжектора – линейного двухсекционного ускорителя электронов и лазерно-оптической системы.

Ожидаемый поток рентгеновских фотонов на уровне  $10^{13}$  фот/с.

В дополнение к каналу жесткого рентгеновского излучения предполагается использование в данной установке четырех каналов вакуумно-ультрафиолетового излучения из дипольных магнитов.

В докладе представлены основные параметры, состояние разработки, изготовления и монтажа элементов и узлов установки.

Проект «НЕСТОР» выполняется при поддержке гранта НАТО SfP-977982.

### 0.14. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯДЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОЗОНДА С ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗОНДОФОРМИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ

*А.Г. Пономарев, В.А. Ребров, Н.А. Сайко, Д.В. Магиллин, К.И. Мельник,  
А.А. Дрозденко, В.И. Мирошниченко, В.Е. Сторижко  
Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы*

Осуществлен физический запуск ядерного сканирующего микрозонда в составе аналитического ускорительного комплекса ИПФ НАН Украины на базе электростатического ускорителя с максимальным напряжением 2 МВ.



Для фокусировки пучка применена интегрированная зондоформирующая система с двумя дублетами магнитных квадрупольных линз новой конструкции.

За счет детектирования вторичной электронной эмиссии при сканировании сфокусированным пучком протонов калибровочной медной сетки были получены профили интенсивности выхода вторичных электронов. Обработка с помощью соответствующей методики профилей интенсивности позволила определить размеры пучка на мишени, которые составили  $1.2 \times 2$  мкм (FWHM) при полном токе пучка  $\approx 100$  пА.

#### 0.15. СХЕМА НАКОПИТЕЛЯ С УЧАСТКОМ МАЛОЙ АМПЛИТУДЫ ПРОДОЛЬНОЙ БЕТА-ФУНКЦИИ

*Е.В. Буляк<sup>1</sup>, П.И. Гладких<sup>1</sup>, Т. Omori<sup>2</sup>, J. Urakawa<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ИФВЭЯФ ННЦ ХФТИ, г.Харьков, Украина;*

*<sup>2</sup>КЕК, Tsukuba, Japan*

Предложена и исследована схема накопительного кольца с жесткой продольной фокусировкой. Данная схема обеспечивает кусочно-однородную жесткость и, соответственно, длину сгустка с тем, чтобы на участке взаимодействия длина сгустка была минимальной, в то время как на остальной части орбиты сгусток был существенно длиннее. Такая схема, как ожидается, позволит ослабить негативное влияние коллективных процессов на параметры сгустка. Приведены как аналитические расчеты, так и численное моделирование Комптоновского источника с предложенной схемой продольной фокусировки. Результаты исследований подтвердили реализуемость идеи.

#### 0.16. ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 300А/230В МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ Н-100М УСТАНОВКИ «НЕСТОР»

*В.И. Троценко, В.Н. Лященко, С.В. Шейко, И.М. Карнаухов,*

*В.А. Мартыненко, И.Я. Баранков*

*ННЦ «Харьковский физико-технический институт»*

*vtrotsenko@kipt.kharkov.ua*

В декабре 2007г. был запущен в работу управляемый источник стабильного тока ИП300А/230В для питания магнитной системы накопителя Н-100М в рабочем помещении и проведено его тестирование с использованием безиндуктивной нагрузки сопротивлением 0,5 Ом при максимальном рабочем токе 300А.

ИП300А/230В состоит из:

- генератора постоянного тока П102 с электромеханическим приводом мощностью 100 кВт;
- блока управления и стабилизации (БУС) в стандарте САМАС;

- шунта для обратной связи стабилизатора тока сопротивлением 0,00325 Ом;
- блока усилителя мощности (УМ) для питания обмотки возбуждения генератора П102;
- системы связи БУС и УМ;
- контроллера СС32 крейта САМАС;
- РС компьютера и необходимого программного обеспечения.

Программное обеспечение разработано на базе Win32 и включает в себя интерфейс панели управления, блок сбора, обработки, анализа и графического представления выходных данных.

Была измерена стабильность тока в нагрузке и его гармонический состав. Для этого измерялось напряжение на шунте. Измерения выполнялись с периодом 2с с помощью встроенного в БУС 15-bit 100 kSPS АЦП. Получена кратковременная нестабильность тока  $\pm 1 \times 10^{-4}$ , и средняя относительная нестабильность в течение 1 часа -  $\pm 3 \times 10^{-5}$ . Программным путем перестройка тока в нагрузке осуществляется в диапазоне 50...310А.

#### 0.17. МОДИФИЦИРОВАННАЯ СТРУКТУРА ФОКУСИРОВКИ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «НЕСТОР»

*П. Гладких, А. Зелинский*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

При разработке компактных электронных накопительных колец для источников рентгеновского излучения на основе обратного Комптоновского рассеяния необходимо учитывать конструкционные особенности лазер-оптического оборудования, которое будет использоваться в каждом конкретном случае. Реализуемая оптическая схема накладывает жесткие требования на геометрию участка взаимодействия, что влечет за собой требования ко всей структуре кольца.

В первоначальной схеме накопительного кольца источника рентгеновского излучения «НЕСТОР» предполагалось, что в районе взаимодействия будет располагаться оптический резонатор длиной 43 см, для которого было оставлено пространство порядка 40 см между финальными линзами фокусирующих триплетов. Предполагалось, что, используя это свободное пространство и пространство между полюсами квадрупольей, будет возможно разместить оптический резонатор. Последние разработки лазер-оптической системы показали, что невозможно поместить конструкцию оптического резонатора с оптической длиной 43 см в отведенное для него пространство. Для решения этой задачи необходимо иметь расстояние между финальными линзами триплетов, как минимум, 60 см.

В докладе представлены результаты расчетов по пересмотру фокусирующей структуры накопительного кольца комплекса «НЕСТОР».

## 0.18. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАМЕДЛЯЮЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В ПЛОСКОМ ДИОДЕ

*В.М. Залкинд, Ю.Ф. Лонин, О.Г. Мележик, А.В. Пащенко, С.С. Романов, Д.А. Ситников, И.К. Тарасов, М.И. Тарасов, И.Н. Шаповал, В.Е. Новиков<sup>1</sup>*  
*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”;*

*<sup>1</sup>Институт электрофизики и радиационных технологий НАН Украины,  
г.Харьков*

Для диода с неоднородным распределением плотности электронов и потенциалов точно решена система гидродинамических уравнений первого приближения теории устойчивости и получено дисперсионное уравнение, связывающее частоты и инкременты (декременты) возникающих электромагнитных колебаний с параметрами электронного потока и диода.

Для решения дисперсионного уравнения разработана методика и найден спектр частот возникающих колебаний, который показывает, что в диоде, через который распространяется замедляющийся электронный поток, возникает не описанная ранее неустойчивость колебаний в СВЧ-диапазоне. Обнаруженная неустойчивость электронного пучка имеет место для определенного диапазона значений параметров диода и пучка, соответствующих случаю замедления электронного пучка.

Осуществлен эксперимент, показавший хорошее соответствие экспериментальных и теоретических результатов.

Учет особенностей полученных спектров может быть существенным при разработке инжекторных устройств ускорителей.

## 0.19. ПРОХОЖДЕНИЕ БЫСТРЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ЧЕРЕЗ ПРЯМЫЕ И ИЗОГНУТЫЕ КРИСТАЛЛЫ

*Н.Ф. Шульга*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Движение быстрой заряженной частицы в кристалле вблизи одной из кристаллических осей определяется особенностями её рассеяния на отдельных цепочках атомов, расположенных параллельно этой оси и особенностями многократного рассеяния на различных цепочках атомов. В докладе представлены некоторые результаты исследования этих процессов. Показано, что при рассеянии на цепочке атомов ультрарелятивистских частиц возможны явления радужного рассеяния, закручивания и гигантской глории. Показано, что задача о многократном рассеянии частицы на цепочках атомов кристалла является типичной задачей теории нелинейных систем, в которых возможны явления динамического хаоса и аномальной диффузии, связанной с полетами Леви. Рассмотрены возможности поворотов пучков частиц при их многократном рассеянии на изогнутых цепочках атомов.

## 0.20. СОСТОЯНИЕ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЙ КРЕМНИЕВЫХ ОДНОКАНАЛЬНЫХ И МНОГОКАНАЛЬНЫХ ПЛАНАРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

*Н.И. Маслов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Кремниевые планарные детекторы (ПД) находят все большее распространение ввиду их высокой стабильности, надежности и возможности использования при комнатных температурах. Для изготовления ПД применяются наработанные десятилетиями технологии производства интегральной микроэлектроники. Конструкция, принципы работы одноканальных и многоканальных ПД близки, но имеют одно коренное отличие от традиционных изделий интегральной микроэлектроники. Отличие это заключается в том, что огромное количество детектирующих каналов (до нескольких тысяч) независимы, т.е. не связаны в общую схему. Это значительно усложняет, меняет принципиально и делает контроль качества ключевым элементом на всех стадиях разработки и производства координатных детекторов. Контроль качества усложняется еще тем, что ПД, как правило, изготавливаются мелкими партиями и по этой причине основной контроль качества приходится делать в лабораторных условиях физикам и другим потребителям ПД.

Анализируется состояние, перспективы развития и применений кремниевых планарных детекторов в детектирующих системах коллайдерных экспериментов, в ядерно-физических экспериментах, в прикладных исследованиях, для контроля окружающей среды, для создания диагностических медицинских приборов и устройств неразрушающего контроля.

## 0.21. ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ СГУСТКОВ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

*Н.Ф. Шульга, Д.Н. Тютюнник*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Представлены результаты исследования процессов когерентного и некогерентного излучения при столкновении релятивистских электронов с короткими и узкими сгустками релятивистских заряженных частиц. Рассмотрение проводится в дипольном приближении классической теории излучения в случае лобового столкновения частиц. Проанализированы условия, при которых основной вклад в излучение в рассматриваемой задаче вносят процессы когерентного и некогерентного излучения. Показано, что в обоих случаях для излучения существенны прицельные параметры, которые могут превышать размеры сгустка частиц. Этот результат обусловлен далекодействующим кулоновским взаимодействием релятивистских частиц.

## 0.22. РОЖДЕНИЕ МЕЗОНОВ И БАРИОНОВ В РАССЕЙАНИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

*В.В. Котляр, Н.И. Маслов*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Обсуждаются новые возможности для изучения рассеяния ультрарелятивистских тяжелых ионов, открывающиеся благодаря проведению эксперимента ALICE на большом адронном коллайдере (LHC) в CERN. Рассмотрены характеристики детектора ALICE и основные направления программы физических исследований. Обсуждаются наблюдаемые, анализ которых представляет интерес для получения информации о свойствах среды, образующейся во взаимодействии атомных ядер при энергиях LHC. Дан краткий обзор результатов теоретических работ, в которых рассчитываются корреляции в рождении мезонов или барионов.

## 0.23. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ЛУЭ-300 И ПРОГРАММА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*А.Ю. Буки, А.Н. Довбня, С.П. Гоков, В.Б. Ганенко, Е.С. Горбенко,  
В.И. Касилов, В.А. Кушнир, Н.И. Маслов, В.В. Митроченко, Л.А. Махненко,  
Т.Ф. Никитина, П.В. Сорокин, В.М. Хвастунов, А.Ф. Ходячих, Н.Г. Шевченко*  
*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Проводится реконструкция ускорителя ЛУЭ-300, направленная на создание исследовательского комплекса для проведения фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной физики, физики взаимодействия потоков частиц с веществом и прикладных исследований, необходимых для ядерной энергетики, а также для развития радиационных технологий.

Согласно программе реконструкции ЛУЭ-300, исследовательский комплекс включает следующие блоки:

1. Двухканальный (прямой и отклоненный) вывод пучка электронов с энергией до 30 МэВ с комплексом оборудования и измерительной аппаратуры для проведения фундаментальных и прикладных исследований.

2. Инжекционный канал электронного пучка с энергией 60...90 МэВ в накопитель установки «НЕСТОР».

3. Канал вывода электронного пучка с энергией 60...150 МэВ через систему параллельного переноса на спектрометр СП-95 и стримерную камеру для исследований по ядерной физике.

4. Прямой канал вывода пучка с энергией 60...150 МэВ для исследований взаимодействия потока электронов с монокристаллами.

Представлены текущие и планируемые программы исследований на комплексе ЛУЭ-300.

#### 0.24. СОЗДАНИЕ ПУЧКА ЛИНЕЙНО ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ФОТОНОВ В ЛАБОРАТОРИИ MAX-lab

*K. Fissum<sup>1</sup>, В.Ганенко<sup>2</sup>, K. Hansen<sup>3</sup>, L. Isaksson<sup>1</sup>, K. Livingston<sup>4</sup>, M. Lundin<sup>3</sup>, В. Мороховский<sup>2</sup>, В. Nilsson<sup>3</sup>, Д. Пугачев<sup>3</sup>, В. Schryder<sup>1,3</sup>, Г. Ващенко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Department of Physics, Lund University, SE-221 00 Lund, Sweden;*

*<sup>2</sup>ННЦ “Харьковский физико-технический институт”, Украина;*

*<sup>3</sup>MAX-lab, Lund University, SE-221 00 Lund, Sweden*

*<sup>4</sup>Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ, Scotland, UK*

Впервые был получен линейно поляризованный пучок фотонов когерентного тормозного излучения релятивистских электронов в кристалле алмаза в лаборатории MAX-lab (*г. Лунд, Швеция, MAX-Tagg Collaboration*). В эксперименте использовался электронный пучок с энергией 93.7 и 143.7 МэВ и кристалл алмаза толщиной 0,1 мм. Четкие когерентные максимумы наблюдались даже для практически не коллимированного излучения. Полученные значения когерентного эффекта максимумов находятся в согласии с результатами вычислений, основанных на Борновском приближении. Оцененная поляризация излучения в энергии пика ~28 МэВ около 30% при данных условиях эксперимента.

#### 0.25. АНАЛОГОВЫЕ РЕЗОНАНСЫ И ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ В ЛЕГКИХ ЯДРАХ

*А.Н. Водин*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Дан обзор экспериментальных и теоретических исследований аналоговых резонансов и изобарических  $1^+$ -состояний в широкой области массовых чисел ядер. Обсуждается применимость традиционной модели Нильссона к анализу энергий и квантовых характеристик одночастичных и многочастичных возбужденных состояний аксиально-деформированных ядер. Рассмотрен астрофизический аспект резонансных (p, $\gamma$ )-реакций на легких ядрах.

## Секция 1. Фундаментальные исследования при промежуточных и высоких энергиях

### 1.01. О ВОЗМОЖНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ БОЗОНА ХИГГСА С МАССОЙ $200 \text{ ГэВ}/c^2 \leq M_H \leq 400 \text{ ГэВ}/c^2$ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ CMS (ЦЕРН)

*Л.Г. Левчук, С.Т. Лукьяненко*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

С помощью компьютерного моделирования проанализирована возможность обнаружения в эксперименте CMS массивного бозона Хиггса по его распадам  $H^0 \rightarrow Z^0 Z^0 \rightarrow e^+ e^- (\mu^+ \mu^-) \nu \bar{\nu}$ . Протон-протонные соударения при энергии коллайдера LHC моделировались при помощи генератора событий PYTHIA (версия 6.2). Моделирование отклика детектора CMS осуществлялось посредством пакета FAMOS\_1\_4\_0, в котором использован упрощенный вариант геометрии детектора CMS. По сравнению с выполненным ранее анализом значительно увеличен размер сгенерированных выборок событий как для фоновых процессов (рождение пар  $t$ -кварков и образование одиночных  $Z$ -бозонов в сопровождении адронных струй), так и для выделяемого сигнала, отвечающего рождению частиц Хиггса с массой  $200 \text{ ГэВ}/c^2$  и  $300 \text{ ГэВ}/c^2$ . Полученные результаты подтверждают сделанные ранее выводы о возможности выделения сигнала при достаточно большой интегральной светимости и применении определенных критериев отбора событий.

### 1.02. ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ

*Ю.М. Малюта, Т.В. Обиход*

*Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев*

Работа посвящена исследованию D-бран и суперструн методами теории производных категорий. Объектами производных категорий являются когерентные пучки, описывающие браны, а морфизмами – Ext-группы, описывающие суперструны. Вычисления Ext-групп позволяют определять спектры элементарных частиц. Эти спектры помимо известных частиц содержат экзотические частицы типа суперпартнеров и КК-партнеров.

Полученные результаты весьма перспективны с экспериментальной точки зрения, так как они связаны с поисками новой физики на коллайдере LHC.

1. P.S. Aspinwall. D-branes on Calabi-Yau manifolds // arXiv:hep-th/0403166.

2. S. Katz, T. Pantev, E. Sharpe. D-branes, orbifolds and Ext groups // arXiv:hep-th/0212218.

3. J. Ellis. Beyond the Standard Model at the LHC // arXiv:0710.0777 [hep-ph].

### 1.03. УНИТАРИЗОВАННЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АДРОНОВ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

*Е.С. Мартынов*

*Институт теоретической физики им.Н.Н. Боголюбова НАН Украины*

В рамках теории комплексных угловых моментов (полусов Редже) рассмотрены процессы упругого рассеяния протонов, пи-мезонов и К-мезонов на протонах при умеренных и высоких энергиях. Построены модели вкладов померона и оддерона, удовлетворяющие основным требованиям к амплитуде упругого рассеяния, вытекающим из условий унитарности и аналитичности. Проведен критический анализ имеющихся экспериментальных данных о полных и дифференциальных сечениях упругого рассеяния протонов, пи-мезонов и К-мезонов. Из сравнения ряда моделей с данными, определены их параметры, достигнуто очень хорошее (по критерию минимума суммарного среднеквадратичного отклонения) согласие с данными, Сделаны предсказания для протон-протонного рассеяния при энергиях ускорителей RHIC и LHC.

### 1.04. ИЗУЧЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ В ИНКЛЮЗИВНОМ И ЭКСКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ ЧАСТИЦ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ЛЕГКИХ КВАРКОВ ПРИ ЭНЕРГИЯХ 35...70 ГэВ (СОТРУДНИЧЕСТВО ННЦ ХФТИ, ОИЯИ, ГНЦ ИФВЭ)

*А.А. Беляев, И.В. Догюст, А.А. Луханин, П.В. Сорокин, Е.А. Споров*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Исследования односпиновой асимметрии инклюзивного рождения нейтральных мезонов, проведенные на неполяризованном пучке (протоны, пионы) ускорителя ИФВЭ на установке Проза-М (в коллаборации ИФВЭ, ОИЯИ, ХФТИ, FNAL и др.) при 40 ГэВ показали, что асимметрия начинает значительно возрастать (до 15%) при одном и том же значении энергии мезона в системе центра масс.

В новых экспериментах предлагается измерять асимметрию инклюзивного и эксклюзивного рождения частиц, состоящих из легких кварков, в более широкой области энергий – 35...70 ГэВ. Для этой цели будет создана аммиачная мишень с высокой поляризацией протонов (90%) и фактором разбавления 0.17. Время релаксации поляризации больше 250 часов в магнитном поле 0.5 Тл.

Участие ННЦ ХФТИ в новом проекте состоит в разработке высокочастотного тракта для системы накачки поляризации, его наладке и оптимизации в новой мишени, участии в подготовке, облучении аммиака и исследовании его поляризационных характеристик. Начиная с 2010 года мишень будет использоваться в совместном эксперименте СПАСЧАРМ (Изучение спиновых асимметрий в образовании легких резонансов и чармония на ускорителе У-70).



## 1.05. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИД-ИНФРАСТРУКТУРЫ НАН УКРАИНЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАУЧНЫХ РАСЧЕТОВ

*А.О. Алькин, Д.М. Карпенко, С.Я. Свистунов*

*Институт теоретической физики им.Н.Н. Боголюбова НАН Украины*

В докладе рассмотрены вопросы практического использования Грид-инфраструктуры НАН Украины для выполнения научных расчетов с использованием пакетов прикладных программ (Gaussian, Wolfram Research gridMathematica 2.1, Amber 9 Molecular Dynamics), установленных на вычислительных кластерах. В докладе представлена структура вычислительных ресурсов, объединенных в грид-систему, характеристики используемого промежуточного программного обеспечения, а так же принципы работы пользователей в грид-системе. Представлены пользовательские сценарии отправки задач на выполнение и получение результатов расчета, которые демонстрируют алгоритм работы грид-пользователя. На примерах решения тестовых задач показана эффективность использования грид-инфраструктуры для обеспечения научных расчетов.

## 1.06. СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ННЦ ХФТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ЛНС (ЦЕРН)

*С.С. Зуб, П.В. Сорокин, Д.В. Сорока, Л.Г. Левчук, О.О. Бунецкий*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Рассматриваются особенности конфигурации системы хранения информации на специализированном вычислительном комплексе ННЦ ХФТИ для обработки данных экспериментов ЛНС (ЦЕРН). Обсуждаются требования к файловой системе, надежности и отказоустойчивости распределенного дискового сервера, аппаратная реализация дисковых подсистем и сетевая инфраструктура. Анализируется взаимодействие системы хранения информации с другими службами ЛНС-грид, сконфигурированными на узлах вычислительного комплекса. Представлены статус и перспективы развития грид-узла ННЦ ХФТИ.

## 1.07. РАБОТА СЛУЖБЫ PhEDEx НА КЛАСТЕРЕ ННЦ ХФТИ

*С.С. Зуб, П.В. Сорокин, Д.В. Сорока, Л.Г. Левчук, О.О. Бунецкий*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В эксперименте CMS (ЦЕРН) для обеспечения эффективного доступа к данным, а также к результатам компьютерного моделирования регистрируемых событий разработана и используется система PhEDEx. Описывается конфигурация и работа службы PhEDEx на специализированном вычислительном комплексе ННЦ ХФТИ по обработке и анализу экспериментальной информации, поступающей с суперколлайдера ЛНС. Служба реализует безопасный доступ к данным через прокси-сервер,

сконфигурированный на базе элементов программного обеспечения LHC-грид (gLite) – сервера VOBox и пользовательского интерфейса (UI). Выполнена процедура регистрации PhEDEx-сервера ННЦ ХФТИ в структуре систем хранения данных эксперимента CMS и проведено базовое тестирование соответствующих служб.

#### 1.08. О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВКЛАДА МАЛЫХ АМПЛИТУД В РЕАКЦИЯХ ДВУХЧАСТИЧНОГО ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДРА ${}^4\text{He}$

*Р.Т. Муртазин, П.В. Сорокин, А.Ф. Ходячих*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В ХФТИ для исследования фотоядерных реакций планируется создание магнитного спектрометра со стримерной камерой. Рабочий объем камеры будет фотографироваться цифровым фотоаппаратом на линии с компьютером. Ожидается значительное ускорение набора информации по сравнению с фотографированием на пленку.

В приближении электрических дипольного и квадрупольного и магнитного дипольного переходов дифференциальное сечение реакций  $\gamma+{}^4\text{He}\rightarrow\text{p}+{}^3\text{H}$  и  $\gamma+{}^4\text{He}\rightarrow\text{n}+{}^3\text{He}$  можно выразить через тригонометрические функции полярного угла  $\theta$  в системе центра реакции в следующем виде:  $a\sin^2\theta + b\sin^2\theta\cos\theta + c\sin^2\theta\cos^2\theta + d + f\cos\theta$ . Здесь пять коэффициентов разложения содержат информацию об амплитудах. Первые три соответствуют амplitудам со спином  $S=0$ . Они дают основной вклад и измерены с высокой точностью. Два последних – каналу с  $S=1$ . Их вклад мал. При достигнутых в настоящее время точностях эксперимента трудно говорить о достоверности результатов. Реакции  $\gamma+{}^4\text{He}\rightarrow\text{p}+{}^3\text{H}$  и  $\gamma+{}^4\text{He}\rightarrow\text{n}+{}^3\text{He}$  традиционно исследовались в ХФТИ на тормозном и поляризованном фотонных пучках.

В настоящей работе возможность и целесообразность экспериментального исследования реакций  $\gamma+{}^4\text{He}\rightarrow\text{p}+{}^3\text{H}$  и  $\gamma+{}^4\text{He}\rightarrow\text{n}+{}^3\text{He}$  с целью измерения вклада малых амплитуд исследована модельным способом. События генерировались с выше приведенной спектральной плотностью. Учитывалось наличие мертвой зоны в камере и погрешность измерения углов. Исследовано влияние ширины шага гистограммы, нелинейности исследуемого спектрального распределения на шаге, погрешности измерения угла и статистической обеспеченности гистограмм на точность измерения малых коэффициентов.

Обнаружено, что между относительной погрешностью измерения коэффициентов разложения исследуемого распределения  $P$  и числом событий на гистограмму  $N$  существует связь  $\lg P = a + b \lg N$ , где  $a$  и  $b$  числа, свои для каждого коэффициента. Получены оценки  $N$  в зависимости от величины и относительной погрешности измерения коэффициентов. Результаты представлены в виде графиков и таблиц.

## 1.09. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ УГЛОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ТЕНЗОРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННЫХ ЯДЕР В РЕАКЦИЯХ ТРЕХЧАСТИЧНОГО ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДРА $^{12}\text{C}$

*С.Н. Афанасьев, Д.В. Гуцин, А.Ф. Ходячих*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В настоящее время в физике ядра большое внимание уделяется исследованию ориентированных систем. Наряду с чрезвычайно трудоемкими экспериментами с поляризованными пучками и мишенями, разрабатывается метод получения информации о свойствах ориентированных систем, основанный на исследовании функций корреляции образования возбужденных ядер и их распада в реакциях типа  $A(a,b)B^*(c,d)$  [1].

Эксперимент выполнен с помощью диффузионной камеры на тормозном пучке. В реакциях  $^{12}\text{C}(\gamma,p)^{11}\text{B}^*(\alpha, ^7\text{Li})$ ,  $^{12}\text{C}(\gamma,n)^{11}\text{C}^*(\alpha, ^7\text{Be})$  и  $^{12}\text{C}(\gamma,\alpha_1)^8\text{Be}^*(\alpha_2\alpha_3)$  измерены функции возбуждения промежуточных ядер  $^{11}\text{B}$ ,  $^{11}\text{C}$  и  $^8\text{Be}$ . Определены положения максимумов и ширины возбужденных состояний. В результате анализа угловых распределений в системе покоя промежуточных ядер определены спин и четность этих возбужденных состояний. Измерены распределения по углу между плоскостью образования и распада возбужденных состояний. Результаты проанализированы, используя функции угловых корреляций [2]. Определены некоторые элементы матрицы плотности и оценены компоненты тензорной поляризации.

Рассмотрена возможность продолжения эксперимента с помощью сооружаемой в ХФТИ стримерной камеры с цифровым съемом информации.

1. Т.Л. Беляева, Н.С. Зеленская // ЭЧАЯ 1998, т. 29, № 2, с. 261-332.

2. О.Ф. Немец, А.М. Ясногородский. Киев: Наукова Думка, 1980, 115 с.

## 1.10. P-НЕЧЕТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ ЯДРА $^3\text{He}$

*В. Котляр*

*ННЦ "Харьковский физико-технический институт"*

Представлены результаты исследований структуры связанных состояний системы трех нуклонов с полным угловым моментом  $I=1/2$ , когда взаимодействие между нуклонами нарушает пространственную четность. Получены антисимметричные операторные представления (ОП) для волновых функций ядер  $^3\text{He}$  и  $^3\text{H}$ , которые учитывают  $3N$ -состояния с полным изоспином  $T=1/2$  и  $3/2$ . С помощью полученных ОП изучаются качественные особенности энергетических и угловых зависимостей наблюдаемых в двухчастичном расщеплении ядра  $^3\text{He}$  линейно поляризованными фотонами в условиях экспериментов, проведенных в 80-е годы в ННЦ ХФТИ.

### 1.11. АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА РЕАКЦИИ $^{16}\text{O}(\gamma, 2\alpha)2\alpha$

*В.Н. Гурьев*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Проведен расчет распределений по энергии относительного движения пар альфа-частиц в реакции  $^{16}\text{O}(\gamma, 2\alpha)2\alpha$  в предположении механизма полюсной  $^8\text{Be}(0^+)$ -диаграммы с двумя спектаторными  $\alpha$ -частицами в области энергий фотонов 20...40 МэВ. В отличие от расчета в трехчастичной модели с одночастичным спектатором  $^8\text{Be}(0^+)$  получено существенное улучшение согласия теоретических оценок с экспериментальными данными, представленными С.Н. Афанасьевым из анализа событий данной реакции на диффузионной камере ННЦ ХФТИ.

Для исследования возможного вклада механизма треугольной кластерной диаграммы была рассмотрена диаграмма, как обобщение полюсной, с вершинами  $^8\text{Be}(0^+)(\gamma, \alpha)\alpha$ ,  $^{16}\text{O} \rightarrow ^8\text{Be}(0^+) + ^8\text{Be}(0^+)$ ,  $\alpha + ^8\text{Be}(0^+) \rightarrow 3\alpha$ . Показано, что корневая особенность такой диаграммы проявляется в виде узкого резонанса в спектре возбуждения  $2\alpha$ -частиц при энергии 0.092 МэВ. Такой резонанс обнаружен в 25 % событий данной реакции.

### 1.12. ОБЩИЕ СВОЙСТВА ТОКОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ВЫСОКОСПИНОВЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ПРОВЕРКА В УПРУГОМ ПИОН-НУКЛОННОМ РАССЕЙЯНИИ

*Ю.В. Кулиш, Е.В. Рыбачук*

*Украинская государственная академия железнодорожного транспорта,  
г.Харьков*

С целью устранения степенных расходимостей предложена модификация подходов к описанию взаимодействий высокоспиновых частиц, основанная на теореме о полях и токах и теореме об асимптотике токов. Вследствие первой теоремы системы уравнений для полей высокоспиновых частиц становятся непротиворечивыми и исчезает один источник расходимостей. Согласно второй теореме, токи взаимодействий должны быстро спадать при стремлении к бесконечности компонентов импульса любой высокоспиновой частицы. Это устраняет второй источник расходимостей. В нашем подходе предложена модель взаимодействия высокоспинового фермиона с частицами обладающими спином 0 и  $\frac{1}{2}$ , которая используется для описания вкладов нуклонных резонансов в парциальные амплитуды упругого  $\pi\text{N}$ -рассеяния. Обычные ковариантные подходы приводят к вкладам  $P_{33}(1232)$  вне массовой поверхности в амплитуды  $S_{33}$  и  $P_{33}$ , а по теореме о полях и токах эти вклады отсутствуют. Сравнение с результатами парциально-волновых анализов показывает предпочтительность нашего подхода.

### 1.13. РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОДЕТЫХ ЧАСТИЦ В ДИАГРАММНОМ ПОДХОДЕ

*П.А. Фролов*

*ИЭРТ НАН Украины, г.Харьков*

Представление одетых частиц в квантовой теории поля позволяет конструировать операторы релятивистских взаимодействий физических (одетых) частиц [1]. Расчет эрмитовских операторов физических процессов, независящих от энергии взаимодействия и учитывающих естественным образом эффекты вне энергетической оболочки, связан с существенными математическими трудностями. Предложена диаграммная техника, позволяющая строить операторы релятивистских взаимодействий непосредственно по их графическому представлению. С ее помощью в модели трилинейной псевдоскалярной связи нуклонного и нейтрального пионного полей типа Юкавы получены операторы физических процессов с участием одетых (физических) частиц во втором и третьем порядках по константе взаимодействия.

1. V.Yu. Korda, L. Canton, A.V. Shebeko // *Ann. Phys.* 2007, v. 322, p. 736.

### 1.14. РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ОДНОБОЗОННОГО ОБМЕНА В МЕТОДЕ УНИТАРНЫХ ОДЕВАЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

*Е.А. Дубовик, В.Ю. Корда*

*ИЭРТ НАН Украины, г.Харьков*

Для рассеяния в системе двух нуклонов проведено сравнение экспериментальных данных с расчетами, выполненными для потенциалов однобозонного обмена, которые получены с помощью метода унитарных одевающих преобразований в квантовой теории поля [1]. Потенциалы, полученные таким образом, являются эрмитовскими и релятивистскими. Кроме того, они изначально определены вне энергетической оболочки, что послужило основной причиной для их изучения. Исследовано влияние такой структуры потенциалов на качество описания экспериментальных данных. Также проведено сравнение с вариантами этих же потенциалов, которые получены другими авторами [2].

1. V.Yu. Korda, L. Canton, A.V. Shebeko // *Ann. Phys.* 2007, v. 322, p. 736.

2. R. Machleidt, K. Holinde, Ch. Elster // *Phys. Rep.* 1987, v. 149, p. 1.

### 1.15. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОДЕТЫХ ЧАСТИЦ В КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ. ПЕРЕНОРМИРОВКА МАССЫ

*И.В. Елецких*

*ИЭРТ НАН Украины, г. Харьков*

В методе унитарных одевающих преобразований перенормировка масс частиц оказывается естественным побочным продуктом процесса построения операторов релятивистских взаимодействий физических частиц в гамильтониане [1]. Массы наблюдаемых частиц появляются в гамильтониане

с помощью предварительного (сдвигающего массы частиц) преобразования подобия [2]. В настоящей работе изучены особенности применения представления одетых частиц в модели квантовой электродинамики. Особое внимание уделено проблеме нулевой массы физического фотона. Показано, каким образом массивное векторное поле, описывающее исходный нефизический фотон в гамильтониане, естественным путем приобретает нулевую массу в результате применения метода одевания.

1. V.Yu. Korda, A.V. Shebeko // *Phys. Rev.* 2004, v. D70, 085011.

2. V.Yu. Korda, L. Canton, A.V. Shebeko // *Ann. Phys.* 2007, v. 322, p. 736.

### 1.16. МОДЕЛЬНО НЕЗАВИСИМЫЙ АНАЛИЗ ЭЙРИ-СТРУКТУР В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЯХ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ЯДЕР $^4\text{He}$ И $^{16}\text{O}$ В РАМКАХ ОДНОЙ S-МАТРИЧНОЙ СИСТЕМАТИКИ

*А.С. Молев, В.Ю. Корда, Л.П. Корда*

*ИЭРТ НАН Украины, г. Харьков*

На основе модельно независимого S-матричного подхода с использованием эволюционного алгоритма [1] проанализированы дифференциальные сечения упругого  $^4\text{He}$ - $^{90}\text{Zr}$ -,  $^{16}\text{O}$ - $^{12}\text{C}$ - и  $^{16}\text{O}$ - $^{16}\text{O}$ -рассеяния при энергиях налетающих ядер 13...30 МэВ/нуклон. В каждом из рассмотренных случаев полученная матрица рассеяния относится к одной S-матричной систематике и определяется модулем и ядерной фазой, являющимися плавными монотонными функциями орбитального момента. Такая систематика аналогична систематике  $W/V$  для оптического потенциала [2].

1. V.Yu. Korda, A.S. Molev, L.P. Korda // *Phys. Rev.* 2005, v. C72, 014611.

2. M.E. Brandan, K.W. McVoy // *Phys. Rev.* 1997, v. C55, p. 1362.

### 1.17. РЕАКЦИИ АДРОННОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ ПРИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ В РАМКАХ ПОЛУ-МИКРОСКОПИЧЕСКОГО ПОДХОДА

*Н.В. Бондаренко*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Обсуждаются вопросы теории перезарядки адронов в бинарных реакциях при высокой энергии. Применяется полу-микроскопический подход, в котором жесткая часть реакции – рассеяние кварков назад или аннигиляция кварка и антикварка в движущиеся в том же направлении кварк и антикварк другого сорта, рассчитывается на основе КХД, а мягкие части моделируются с помощью померонной амплитуды и (Комптоновских) формфакторов. Производится сравнение предсказаний модели с данными по дифференциальным сечениям типичных реакций:  $np \rightarrow pn$ ,  $pp \rightarrow \Delta^{++}n$ ,  $pp \rightarrow \Delta^{++}\Delta^0$ ,  $\pi^+p \rightarrow \pi^0n$ ,  $\pi^+p \rightarrow \eta n$ . Качественно обсуждаются возможности КХД-реджезации в данных реакциях одновременно в двух кинематических областях, что может быть причиной значительного изменения показателя степенной зависимости сечения реакции от энергии.

## 1.18. УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ И CP-АСИММЕТРИИ В РАСПАДЕ $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow 4$ ФЕРМИОНА

*В.А. Ковальчук*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Исследованы эффекты CP-нарушения и T-нечетные корреляции при наиболее общей структуре  $\Phi ZZ$ -взаимодействия хиггсовского бозона с нулевым спином с промежуточными векторными  $Z$ -бозонами. Мы вычислили различные угловые распределения каскадного процесса распада  $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow 4$  фермиона. Причем, в качестве амплитуды распада  $\Phi \rightarrow ZZ$  мы использовали её представление посредством линейно поляризационных состояний  $Z$ -бозона. Сравнение полученных распределений с экспериментальными данными позволит измерить амплитуды образования  $Z$ -бозона, поляризованного продольно и поперечно (относительно направления движения  $Z$ -бозона) и, таким образом, установить структуру трёхбозонного  $\Phi ZZ$ -взаимодействия.

Проанализирована возможность наблюдения эффектов нарушения CP- и T-инвариантности в распадах  $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow (e^+e^-)(\mu^+\mu^-)$ ,  $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow (e^+e^-)(b\bar{b})$  и  $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow (c\bar{c})(b\bar{b})$ . Было показано, что асимметрия «вперед-назад» для процесса  $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow (e^+e^-)(b\bar{b})$  может достигнуть 69%. Отметим, что измерение этой асимметрии позволит установить величину коэффициента корреляции  $\zeta_{\perp\parallel}$ . Измерение CP-асимметрии процесса  $\Phi \rightarrow ZZ \rightarrow (c\bar{c})(b\bar{b})$ , которая может достигнуть 38%, позволит определить величину коэффициента корреляции  $\xi_{\perp 0}$ . Ненулевое значение этого коэффициента будет свидетельствовать о нарушении T-инвариантности в распаде  $\Phi \rightarrow ZZ$ , если пренебречь взаимодействием в конечном состоянии. Измерение коэффициентов корреляции между различными поляризационными состояниями  $Z$ -бозона является важным как для проверки предсказаний стандартной модели, так и для поиска эффектов «новой физики» на ТэВном масштабе энергий.

## Секция 2. Ядерно-физические методы в смежных науках

### 2.01. ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМЕСИ ПРИРОДНОГО И СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ В ОТНОШЕНИИ РАДИОНУКЛИДОВ $^{137}\text{Cs}$ И $^{90}\text{Sr}$

*А.Ю. Лонин<sup>1</sup>, А.П. Краснонёрова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков;*

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

Целью работы было изучение сорбционного взаимодействия природного и синтетического цеолитов в композиции, полученной путем смешивания компонентов, а затем определение влияния на указанную композицию вспомогательных веществ, используемых в виде наполнителей. Поэтому первоначально исследовалось изменение сорбционной активности композиции клиноптилолита и синтетического цеолита, полученной путем смешивания их до однородной смеси.

Наряду с активными веществами, обладающими адсорбционными, ионообменными свойствами, в состав дезактивационных средств входит ряд вспомогательных веществ. Такие вспомогательные вещества в составе моющего средства для дезактивации должны выполнять ряд функций, улучшающих смываемость средства с поверхности после снятия загрязнения.

Поэтому вторым этапом исследований было определение сорбционной активности смесей вспомогательных веществ с композицией (клиноптилолит – синтетический цеолит), показавшей лучшие результаты сорбции радионуклидов.

### 2.02. УДАЛЕНИЕ ЦИНКА ИЗ КОНЦЕНТРАТА МЕДИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЕЙ

*В.А. Бочаров, А.В. Воронко, Д.В. Хвостенко*

*Научно-исследовательский комплекс «Ускоритель» ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

При фотоядерном способе получения медицинского изотопа медь-67, после однократного экстракционного выделения меди из раствора цинковой мишени хлороформным раствором органического реагента и резкстрагирования в водную фазу, содержание цинка будет на 3 порядка превышать содержание меди. Ранее нами установлено, что избыток цинка проще всего удалить на анионообменной смоле. Анионит тщательно регенерировали 0.5 % раствором гидроксида натрия, а затем переводили в хлоридную форму 2М HCl. В соляной кислоте 2-молярной концентрации цинк сорбируется в виде хлоридных комплексов, а медь нет. При пропускании водного концентрата меди через колонку со скоростью 1мл/см<sup>2</sup> достигли полного удаления цинка. Работа выполнена при использовании цинка реактивной чистоты по проекту P228.



## 2.03. РАСШИРЕНИЕ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ МИКРОЧАСТИЦ

*Г.К. Хомяков*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Для прояснения физической сущности квантовой механики (КвМ) важно иметь эвристическую схему, которая позволяла бы рассматривать КвМ как уточнённый вариант классической механики (КлМ). В известных выводах уравнения Шредингера учитывается из КлМ только  $E_c = \mathbf{p}^2/2m$  для кинетической энергии и  $E_c = E - U$  (закон сохранения энергии), а уравнения движения игнорируются. Соответственно в канонической КвМ нет средств для описания движения единичной частицы.

В новой схеме предполагается, что: 1) динамика частицы определяется КлМ, 2) имеется дебройлевская связь ассоциированного волнового вектора с величиной кинетического импульса и 3) вероятность найти частицу в точке пропорциональна  $|\Psi|^2$ . Эти предположения позволяют получить уравнение Шредингера и уравнение для квантования движения единичной частицы  $d\mathbf{P}/dt = (i/\hbar m) \cdot (\mathbf{p}\mathbf{p} - \mathbf{P}\mathbf{P}) \cdot \mathbf{p}$  [1], где  $\mathbf{P}$ -квантовый импульс,  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ . Теперь наблюдаемому моменту количества движения соответствует  $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{P}$ . В случае свободного движения  $\mathbf{P} = \mathbf{p}$  и наблюдаемая энергия  $E = \mathbf{P}^2/2m = \mathbf{p}^2/2m$ . Для двумерного осциллятора с  $H = \mathbf{p}^2/2m + kr^2/2$  имеем  $\omega^2 = k/m$ . Наблюдаемые энергия и момент количества движения для основного состояния  $E = \hbar\omega$ ,  $\mathbf{M} = 0$ , что соответствует известному решению уравнения Шредингера  $\Psi = \exp(-\alpha^2 \mathbf{r}^2/2)$ , где  $\alpha^4 = mk/\hbar^2$ .

1. Г.К. Хомяков // *Научн. вестн. БелГУ, сер. физ.*, 2000, № 1 (10), с.130.

## 2.04. ДИСТИЛЛЯЦИЯ ЦИНКОВОЙ МИШЕНИ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ МЕДИ

*В.А. Цимбал, Н.Д. Масалитин, Д.Ю. Шахов, В.А. Бочаров*

*Научно-исследовательский комплекс «Ускоритель» ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

При фотоядерном получении медицинского изотопа медь-67 может использоваться как природный цинк, так и изотоп Zn-68. С целью уменьшения количества радиоактивных отходов, повторного использования обогащенного цинка и ускорения процесса получения медицинских препаратов нами проведена дистилляция цинка из ампулы из стекла Пирекс при температуре 500°C и давлении 10<sup>-6</sup> мм ртутного столба. Выяснено, что необходимы охлаждаемые ловушки и фильтр для сохранения всего цинка, входящего в состав мишени.

## 2.05. РАСТВОРЕНИЕ МОЛИБДЕНОВЫХ МИШЕНЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА 99mTc

*В.А. Бочаров, А.В. Воронко, Ю.Н. Солодовников*

*Научно-исследовательский комплекс «Ускоритель» ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Для получения молибдена-99 по фотоядерной реакции планируется использовать мишени из металлического молибдена природного состава и

его оксида. Нами исследовано растворение молибдена в соляной, азотной, серной кислотах и их смесях, а также в перексиде водорода. Установлено, что быстрее всего растворение происходит в смеси соляной и азотной кислот. При растворении в азотной кислоте из раствора выделяется осадок молибденовой кислоты. Для навески Мо 0.5г растворение в концентрированной серной кислоте с добавкой азотной происходит в 2 раза дольше, чем для царской водки. В соляной кислоте и концентрированной серной с добавкой пероксида водорода молибден растворяется очень медленно. При растворении наблюдается переход от Мо(II) к Мо(III) и далее к Мо(IV) с изменением окраски раствора. Растворение оксида молибдена(VI) протекает легко как в 2 М растворе гидроксида натрия, так и в растворе соды такой же концентрации при 1,5...2-кратном избытке против стехиометрического, при легком подогреве и перемешивании.

## 2.06. МІНІ-Г-КВАНТОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ В ХІРУРГІЇ ТА ОНКОЛОГІЇ

*В.П. Сулима<sup>1</sup>, В.В. Гапонов<sup>1</sup>, В.В. Кравченко<sup>2</sup>, Л.Г. Мещеряков<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Дніпропетровська державна медична академія;*

*<sup>2</sup>Севастопольський національний університет ядерної енергії та промисловості; <sup>3</sup>Інженерна компанія «Кріпто», м.Жовті Води*

Вивчали матеріал, вилучений при операціях з приводу раку і поліпів прямої кишки, вимірюванням та реєстрацією коефіцієнтів поглинання і випромінювання мікроелементів при вхідній інтенсивності міні-γ-квантів 10 кГц, з товщиною біоптатів для енергій 59,6 та 17 кеВ - 5 мм, для енергії 5,9 кеВ - 1 мм, час - 60 с. [1-2]. Вимірювання поглинання γ-квантів та характеристичного випромінювання мікроелементів, які знаходяться в нормальних і патологічно змінених тканинах [3], може бути методом диференціювання, зокрема, при пухлинах прямої кишки.

1. V. Sulyma, V. Gaponov, V. Kravchenko. New surgical method – insuture of anal anastomosis for the prevention of permanent colostoma // *Int. Cong. Series 272. Elsevier Science*, 2001, v. 1230, p. 1309-1310.

2. В.П. Сулима, В.В. Гапонов, Д.О. Беспятый. Обґрунтування методу диференційної діагностики патологічних станів тканин прямої кишки // *Вісник наукових досліджень*, 2006, №3, с. 67-69.

3. I. Hritsyna. Theoretical pathologic substantiation of the method of differentiation of the neoplastic and non neoplastic disorders of a large intestine using mini-γ-quantum irradiation during colon surgery // *Electron Microscopy and microanalysis conference. Book of Abstracts. Krakow*. 2007, p. 27.

## 2.07. ОПРЕДЕЛЕНИЕ Au В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ( $\gamma, \gamma'$ ) РЕАКЦИИ

*С.Н. Афанасьев, Э.Л. Кулеников*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

*kupl@kipt.kharkov.ua*

Рассмотрена возможность практического применения мощного ускорителя электронов для анализа рудных проб на золото. Представленные результаты основаны на использовании  $^{197}\text{Au}(\gamma, \gamma')^{197\text{m}}\text{Au}$  реакции, математического моделирования по методу Монте-Карло (код GEANT3.21) и экспериментальных интегральных сечений возбуждения изомера золота  $^{197\text{m}}\text{Au}$ . Оценки выполнены со статистикой  $10^6$  запусков и интервалом группирования 10 кэВ. В качестве детектирующей системы рассматривался спектрометрический блок БДЭГ2-39 с кристаллом NaI(Tl) 150×100 мм. Показано, что использование ускорителя электронов с энергией  $E_e = 8.7$  МэВ и током 50 мкА, обеспечивает массовый экспресс-анализ содержание золота в геологических образцах и продуктах обогащения породы, содержащей золото, с пределом обнаружения  $\leq 1$  г/т. Методика позволяет получить конечный результат для одного образца за одну экспозицию и не требует дополнительного охлаждения облучаемой пробы. Производительность метода более 300 анализов за 8-часовой рабочий день.

## 2.08. НИЗКОФОНОВЫЕ И ФОТОАКТИВАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ, ИЛА ВОДОЕМОВ КАРПАТ

*М.В. Стець, Н.И. Симканич, В.Т. Маслюк*

*Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород*

Радионуклиды являются естественными «метками» геохимических показателей региона, интенсивности его техногенных нагрузок. Актуальными являются определения их содержания в образцах природных объектов (почвы, ила) гор Карпат для оценки экологического состояния территорий прилежащих районов. Приведены результаты таких исследований, направленные на изучение состояния равновесия нуклидов одинаковых радиоактивных рядов в низкофоновых экспериментах, а также их содержания по результатам фотоактивационных экспериментов на микротроне М-30. Результаты исследований обработаны методом многомерного статистического анализа для оценки степени корреляций между радионуклидами и состоянием экологически чистой окружающей среды.

## 2.09. ИЗУЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ГОРНЫХ ПОРОД И РУД УКРАИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ЩИТА

*А.А. Вальтер<sup>2</sup>, Н.П. Дикий<sup>1</sup>, Ю.В. Ляшко<sup>1</sup>, Е.П. Медведева<sup>1</sup>, Д.В. Медведев<sup>1</sup>,  
В.Е. Сторижко<sup>2</sup>, В.И. Боровлев<sup>1</sup>, В.Д. Заболотный<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

<sup>2</sup> *Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы*

Методом гамма-спектроскопии изучено нарушение равновесия в цепочках распада  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  в образцах руд месторождений Украинского кристаллического щита. Проведенный анализ показал значительное влияние радиационных нарушений на процесс выщелачивания и растворения в системе горные породы-вода. Значительное превышение  $^{234}\text{U}$  (до 1,7-2 раза) в образцах позволяет утверждать, что основным механизмом увеличения отношения  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  является выщелачивание. Предполагается, что образцы характеризуются высокой степенью разрушения минералов, трудностью растворения соединений урана и нахождением урана в рассеянной форме.

## 2.10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ БОЛЬНЫХ ОСТЕОПОРОЗОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАММА-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА

*Н.П. Дикий, А.Н. Довбня, И.И. Залюбовский<sup>2</sup>, Ю.В. Ляшко, Е.П. Медведева,  
Д.В. Медведев, В.Л. Уваров, Т.В. Фролова<sup>1</sup>, С.П. Шкляр<sup>1</sup>, И.Д. Федорец<sup>2</sup>*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”;*

<sup>1</sup> *Харьковский национальный медицинский университет;*

<sup>2</sup> *Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

Долгое время в научной литературе практически отсутствовало определение остеопороза – заболевания, связанного с тем, что низкая костная масса и нарушение микроархитектоники кости повышают риск переломов. Минеральная плотность костной ткани, имеет сильную корреляционную связь с прочностью кости. Измерение именно этого показателя является основным методом диагностики остеопороза.

Гамма-активационный анализ был применен для определения большого числа элементов на сильноточном ускорителе электронов с  $E=22$  МэВ,  $I=500$  мкА. Спектр гамма-излучения регистрировался  $\text{Ge}(\text{Li})$ -детектором, объемом  $50 \text{ см}^3$  и энергетическим разрешением  $2,8 \text{ кэВ}$  по линии  $1333 \text{ кэВ}$ . Абсолютные значения концентраций макро- и микроэлементов определялись методом приготовления стандартных образцов.

Для измерения изотопного соотношения кальция использовались ядерные реакции  $^{48}\text{Ca}(\gamma, n)^{47}\text{Ca}$ ,  $^{44}\text{Ca}(\gamma, n)^{43}\text{K}$ , вызываемые тормозным излучением и фотонейтронами. Предел обнаружения элементов составил  $10^{-4} \dots 10^{-7} \%$  мас. Подготовка проб волос проведена в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ.

Были определены следующие элементы (Ca, Zn, Ni, Pb, Mn, I и др.). Показано насколько содержание таких элементов как Ca, Pb, I в волосах

больных остеопорозом взаимосвязано: выведение любого из этих элементов приводит к дефициту двух других, что, по-видимому, является одной из причин, которая способствует развитию патологии костной ткани.

## 2.11. ГАММА-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА БИООБЪЕКТОВ ДЛЯ СУДЕБНО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

*Н.П. Дикий, А.Н. Довбня, А.Ф. Дьяченко,  
Ю.В. Ляшко, Е.П. Медведева, В.Л. Уваров  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Показаны возможности использования ядерно-физических методов для определения элементного состава биологических объектов (волос животных) с целью получения дополнительной информации при решении диагностических и идентификационных задач в рамках судебно-биологической экспертизы. Проанализированы существующие ядерно-физические методы исследования макро- и микроэлементного состава объектов биологического происхождения. Гамма-активационный анализ, который может быть применен для определения большого числа элементов, имеет ряд преимуществ перед другими видами анализа, например, отсутствие эффекта самоэкранирования, высокую проникающую способность, экспрессность анализа. Этот метод позволяет не только проводить повторные исследования объектов, поскольку он является неразрушающим, но и дает возможность многократного снятия спектров через различные, даже значительные, промежутки времени, что является важным при проведении экспертных исследований.

В результате исследования получено более 30 спектров образцов волос, в которых обнаружены такие элементы: *Ca, Na, Mn, Cr, Zn, Pb, Sr, Ni, Zr, I*. Установлено, что по содержанию таких элементов, как хром, свинец, цирконий, можно установить, натуральные или модифицированные (мех) волосы животного были предоставлены на исследование. Проведен корреляционный анализ исследованных образцов волос человека и животных.

Таким образом, имеются все основания для того, чтобы считать ядерно-физические методы перспективными для дальнейшего исследования волос животных с целью обнаружения качественно новых по своей криминалистической значимости признаков, что даст возможность решать диагностические и идентификационные задачи судебно-биологической экспертизы.

## 2.12. ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЦИНКА, НИКЕЛЯ И ВОЛЬФРАМА, ОБЛУЧЕННЫХ ГАММА-КВАНТАМИ

*Н.П. Дикий, А.Н. Добня, Ю.В. Ляшко,  
Е.П. Медведева, Д.В. Медведев, В.Л. Уваров*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Изучение выщелачивания облученных материалов позволяет исследовать диффузию элементов в веществе, исследовать инициированные химические реакции в объеме выщелата.

В работе исследовалось выщелачивание  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{57}\text{Co}$  и  $^{181}\text{W}$ , облученных тормозным излучением образцов цинка, никеля и вольфрама, соответственно.

Для цинка изучена скорость выщелачивания в зависимости от места расположения образцов относительно конвертера и времени выщелачивания. Обнаружено, что основное влияние на скорость выщелачивания цинка оказывает образующийся на его поверхности гидрокарбонат. В процессе выщелачивания цинка происходит рост пленки гидрокарбоната, которая испытывает радиационное воздействие, инициирующее ее разрушение. Скорость выщелачивания  $^{65}\text{Zn}$  из цинка составляет от 60 до 130 мкг/см<sup>2</sup>·день при температуре выщелачивания 37°С.

Скорость выщелачивания  $^{57}\text{Co}$  из никеля изменяется более существенно: с 0,9 до 0,043 мкг/см<sup>2</sup>·день при температуре выщелачивания 37°С. Для  $^{57}\text{Co}$  в никеле коэффициенты диффузии при выщелачивании оказались больше вычисленных на несколько порядков (5-7). По-видимому, это связано с тем, что диффузия при выщелачивании  $^{57}\text{Co}$  реализуется преимущественно по границам зерен. Для цинка измеренный коэффициент диффузии при выщелачивании на два-три порядка меньше, что связано с образованием защитного слоя. Работа выполнена в рамках проектов УНТЦ №3151.

## 2.13. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАММА-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА В ИЗУЧЕНИИ СОСТАВА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА

*Н.П. Дикий, И.И. Залюбовский<sup>1</sup>, Е.П. Медведева, И.Д. Федорец<sup>1</sup>  
Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков;  
<sup>1</sup>Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

Развитие нового направления в науке – нанотехнологии в области медицины позволит усовершенствовать методы диагностики и терапии различных заболеваний. В последние годы одним из наиболее часто используемых продуктов нанотехнологии является магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Физико-техническим обоснованием для исследования и использования магнетита являются именно частицы, на основе которых специально разрабатываются новые лекарственные формы с целью магнитоуправляемого введения и транспорта лекарственных препаратов, иммунокомплексов, цитостатиков.

Целью работы явилось изучение элементного состава магнетита с помощью гамма-активационного метода, а также влияние магнетита на окислительную активность микроорганизмов.

В качестве объекта исследования был использован порошок магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) с размером частиц от 6 до 12 нм, круглой формы и суспензия дисперсной системы, содержащая многодоменные магнитные частицы размером 1...10 мкм, стабилизированные поверхностно-активным веществом (производство России). Большая сорбционная поверхность и наличие магнитного поля вокруг наночастиц магнетита являются его определяющими параметрами.

Гамма-активация магнетита проведена на линейном ускорителе электронов с энергией 22 МэВ и током 500 мкА. Спектр гамма-излучения образцов регистрировался Ge(Li)-детектором объемом  $50 \text{ см}^3$ . Предел обнаружения элементов составил  $10^{-7}\%$ мас.

Показано, что в состав магнетита входят такие элементы как Ca, Na, Mn, Ni, Mg, Sr. Обнаружено снижение окислительной активности бактериальных клеток, проинкубированных с магнетитом.

## 2.14. ПРОИЗВОДСТВО РЕНИЯ-186,188 ПОСРЕДСТВОМ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ НА ОСМИИ

*Н.П. Дикий, А.Н. Добня, Ю.В. Ляшко,*

*Е.П. Медведева, Д.В. Медведев, В.Л. Уваров*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

$^{186}\text{Re}$  обладает рядом свойств, которые позволяют его использовать при диагностике и терапии злокачественных заболеваний. Производство  $^{186}\text{Re}$  на реакторах и циклотронах испытывает определенные трудности. Например, в реакторе для его производства необходима плотность нейтронов более  $10^{15} \text{ см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ .

На линейных ускорителях электронов можно производить до 30–40 Ки/сутки  $^{186}\text{Re}$  при токе 700 мкА и  $E_e=25$  МэВ. Однако для радиоиммунной терапии необходимо использование  $^{186}\text{Re}$  с высокой удельной активностью. В этой связи рассматриваются способы наработки  $^{186,188}\text{Re}$  с использованием изотопа  $^{187}\text{Os}$  в реакции  $^{187}\text{Os}(\gamma, p)^{186}\text{Re}$ . Данная реакция на изотопно чистой мишени  $^{187}\text{Os}$  для  $E_e=40$  МэВ и токе 200 мкА позволяет производить до 0,25 Ки/сутки  $^{186}\text{Re}$ .

Заслуживает внимания и реакция  $^{192}\text{Os}(\gamma, \alpha)^{188}\text{W}$  для производства генераторного изотопа  $^{188}\text{W}$ . Отметим, что для его производства на реакторах необходима плотность нейтронов более  $3\cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$  с использованием мишени  $^{193}\text{Ir}$  с обогащением 99,95%. Для  $E_e=40$  МэВ и токе 200 мкА активность  $^{188}\text{W}$  составляет 1,25 мКи/сутки.

Работа выполнена в рамках проектов УНТЦ №3151.

## 2.15. ФОТОЯДЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНЕЦИЯ-95

*Н.И. Айзацкий, Н.П. Дикий, А.Н. Довбня,*

*Ю.В. Ляшко, В.Л. Уваров, О.Г. Савчук*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Радиотоксичность Оже-электронов, которые сопровождают К-захват, при внедрении изотопа в ядро клетки, в 100-200 раз выше, чем при облучении высокоэнергетическим излучением. Известно, что наибольшее количество носителей для диагностики и терапии создано для  $^{99m}\text{Tc}$ .  $^{95}\text{Tc}$  распадается с излучением Оже-электронов с энергиями 2,27 и 14,8 кэВ с вероятностью 96,5 и 20,3%, соответственно. Также распад  $^{95}\text{Tc}$  сопровождается характеристическим излучением с энергиями 2,29 кэВ (3,82%), 17,37 кэВ (19,5%), 17,48 кэВ (37%), 19,59 кэВ (2,96%), 19,61 кэВ (5,75%), 19,965 кэВ (1,25%) и гамма-излучением с наиболее интенсивной линией 766 кэВ (82%). Поэтому разработка технологии получения терапевтического изотопа  $^{95}\text{Tc}$  особенно актуальна.

Проведено облучение на ускорителе ЛУЭ-40 образца рутения естественного изотопного состава. Измерен выход изомера  $^{95m}\text{Tc}$  и изотопа  $^{95}\text{Tc}$ . Работа выполнена в рамках проектов УНТЦ №№3151 и P228.

## 2.16. ПУЧКОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*А.Е. Лагутин<sup>1</sup>, Е.А. Городецкая<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт прикладных физических проблем им.А.Н. Севченко, г.Минск;*

*<sup>2</sup>Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г.Минск*

Исследованы возможности получения высококачественных семян пряно-ароматических, лекарственных и декоративных растений в коллекции ЦБС НАН Беларуси путем применения современных методов электросепарации и ионной обработки на ускорителе ЭСУ-2, повышающих энергетику семян и растений, обеспечивающих их подготовку к промышленному возделыванию культур. Основная задача заключалась в выявлении оптимальных режимов обработки и стимуляции семян и установлении зависимости приобретаемых ими специфических свойств от условий обработки. Для анализа семян и оценке их состояния после инкрустации применялся спектрометр резерфордского обратного рассеяния с повышенным энергетическим разрешением, с использованием в качестве детектора электростатического анализатора энергии ионов.

## 2.17. АКТИВАЦИЯ АРГОНА В ВОЗДУХЕ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ $^{18}\text{F}$ НА МЕДИЦИНСКОМ ЦИКЛОТРОНЕ RDS ECLIPSE

*О.А. Бешейко, Л.А. Голинка-Бешейко, И.Н. Каденко, Д.С. Бабич*

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) является одним из самых информативных методов, применяемых в ядерной медицине. В последние



годы ПЭТ-технология особенно эффективно используется для диагностики онкологических заболеваний. Одним из наиболее распространенных изотопов, которые используются при проведении таких диагностических исследований, является короткоживущий изотоп фтора –  $^{18}\text{F}$ . Для производства радиофармпрепаратов на основе  $^{18}\text{F}$  наиболее часто используются специализированные медицинские циклотроны. Интенсивные потоки нейтронов, которые образуются при наработке  $^{18}\text{F}$  в результате реакции  $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$ , приводят к активации конструкционных материалов и воздуха. В работе проведена оценка активации аргона в воздухе внутренней камеры циклотрона RDS Eclipse фирмы Siemens с учетом наличия борсодержащих элементов внутренней защиты циклотрона. При расчетах использовались характеристики рабочего режима циклотрона: энергия протонов – 11 МэВ; мишень – вода, обогащенная изотопом  $^{18}\text{O}$ .

### Секция 3. Структура ядра в реакциях на пучках протонов, нейтронов и легких ядер

#### 3.01. ОСОБЕННОСТИ РАСПАДА ОКОЛОПороГОВОГО РЕЗОНАНСА

${}^7\text{Li}^*(7,45 \text{ МэВ})$  В РЕАКЦИИ  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha) {}^7\text{Li}^*$

В.Л. Шаблов<sup>1</sup>, Ю.Н. Павленко<sup>2</sup>, И.А. Тырас<sup>1</sup>, Н.Л. Дорошко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт атомной энергетики, г.Обнинск, Россия

<sup>2</sup>Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев, Украина

Модифицированная теория взаимодействия в конечном состоянии [1, 2] применена к описанию свойств распада околопорогового резонанса  ${}^7\text{Li}^*(7,45 \text{ МэВ})$ , возбуждаемого при неупругом рассеянии  $\alpha$ -частиц с энергией 27,2 МэВ ядрами  ${}^7\text{Li}$ . Как следует из расчетов, экспериментальное наблюдение смещения и изменения формы резонанса  ${}^7\text{Li}^*(7,45 \text{ МэВ})$ , обусловленных влиянием кулоновского поля сопутствующей  $\alpha$ -частицы, является затруднительным. Более выразительно эффект проявляется в изменении соотношения ветвей распада этого резонанса по каналам  $\alpha + t$  и  ${}^6\text{Li} + n$ . Результаты расчета отношений сечений, соответствующих распаду в канал  ${}^6\text{Li} + n$ , к полному сечению распада отличаются от данных, полученных при возбуждении резонанса в бинарных реакциях ( $\sigma_{6\text{Li}+n}/\sigma_{\text{tot}} = 0,71$ ), и хорошо согласуются со значением вероятности распада  ${}^7\text{Li}^* \rightarrow {}^6\text{Li} + n$  в трехчастичной реакции  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha) {}^6\text{Li}n$  ( $0,56 \pm 0,03$  [3]).

1. В.В. Комаров и др. // *Физика ЭЧАЯ*, 1992, т. 23, с. 1035.

2. В.Л. Шаблов, И.А. Тырас // *Изв. вузов. Ядерная энергетика* 2007, т. 3, с. 127.

3. Ю.М. Павленко та ін. // *Ядерна фізика та енергетика* 2007, № 2 (20), с. 65.

#### 3.02. УШИРЕНИЕ ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕЗОНАНСА ${}^5\text{He}^*(16,75 \text{ МэВ})$

В ТРЕХЧАСТИЧНОЙ РЕАКЦИИ  ${}^7\text{Li}(d, \alpha\alpha)n$

В.Л. Шаблов<sup>1</sup>, И.А. Тырас<sup>1</sup>, Ю.Н. Павленко<sup>2</sup>, Т.А. Корзина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт атомной энергетики, г.Обнинск, Россия

<sup>2</sup>Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев, Украина

Термоядерный резонанс  ${}^5\text{He}^*(16,75 \text{ МэВ})$  детально исследовался в бинарных реакциях, в которых с достаточно высокой точностью определены энергия возбуждения резонанса и его полная ширина:  $E^* = 16,75 \pm 0,05 \text{ МэВ}$ ,  $\Gamma^0 = 0,076 \pm 0,012 \text{ МэВ}$ . В трехчастичной реакции  ${}^7\text{Li}(d, \alpha\alpha)n$  при энергии  $E_d = 6,8 \text{ МэВ}$  авторами [1] для ширины этого околопорогового резонанса получено неожиданно большое значение –  $\Gamma = 0,5 \text{ МэВ}$ . Согласно теории [2] для околопороговых резонансов в трехчастичных реакциях можно наблюдать как сужение, так и уширение, обусловленные влиянием кулоновского поля сопутствующих частиц. Расчеты показывают, что при  $E_d = 6,8 \text{ МэВ}$  в реакции  ${}^7\text{Li}(d, \alpha\alpha)n$

наблюдаемая ширина резонанса должна составлять  $\Gamma \sim 1,5 \cdot \Gamma^0$ . Эффект уширения значительно усиливается при  $E_d \sim 4 \text{ МэВ} - \Gamma \sim 4,5 \cdot \Gamma^0$ .

1. N. Arena, Seb. Cavallaro, G. Fazio et al. // *Phys. Rev.* 1989, v. C40, p. 55.

2. В.Л. Шаблов, И.А. Тырас // *Изв. вузов. Ядерная энергетика* 2007, т. 3, с. 127.

### 3.03. ПРУЖНЕ РОЗСІЯННЯ ТА РОЗЩЕПЛЕННЯ ДЕЙТРОНІВ ЯДРАМИ $^{58}\text{Ni}$ ТА $^{124}\text{Sn}$ ПРИ ПІДБАР'ЄРНИХ ЕНЕРГІЯХ

*Ю.М. Павленко, К.О. Теренецький, В.П. Вербицький, І.П. Дряпаченко, Е.М. Можжухін, В.М. Добріков, Ю.Я. Карлишев, О.К. Горпинич, О.І. Рундель, В.О. Кива, Т.О. Корзина, О.В. Обознова*

*Інститут ядерних досліджень НАН України, м.Київ*

Диференціальні перерізи пружного розсіяння дейтронів ядрами  $^{58}\text{Ni}$  та  $^{124}\text{Sn}$  вимірювалися на прискорювачі ЕГП-10К ІЯД НАН України при енергіях  $E_d = 3,5 \dots 5,5 \text{ MeV}$  в широкому діапазоні кутів  $\Theta = 20 \dots 160^\circ$ . В результаті аналізу отриманих експериментальних даних виявлено немонотонний характер кутової залежності диференціальних перерізів пружного розсіяння  $d + ^{124}\text{Sn}$  при енергіях  $E_d = 5,0 \dots 5,5 \text{ MeV}$ , а також значно більші відхилення цих перерізів від перерізів резерфордівського розсіяння, ніж передбачено теоретичними розрахунками [1], що враховують розщеплення та поляризацію дейтронів в кулонівському полі важких ядер. Подібний характер має і кутовий розподіл пружного розсіяння  $d + ^{58}\text{Ni}$  при енергіях 3,5 та 4,5 MeV. Отримані дані вказують на необхідність детальніших теоретичних та експериментальних досліджень процесів підбар'єрного розсіяння дейтронів та „дейтроноподібних” ядер.

1. В.П. Вербицький, К.О. Теренецький // *Ядерная физика*, 1992, т. 55, с. 362.

### 3.04. РАДІАЦІОННИЙ ЗАХВАТ ПРОТОНОВ ЯДРАМИ $^{46}\text{Ti}$

*С.Н. Утенков, К.В. Шебеко*

*Інститут фізики високих енергій і ядерної фізики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Изучение реакции радиационного захвата протонов ядрами наиболее легкого изотопа титана  $^{46}\text{Ti}$  представляет весьма значительный интерес, поскольку дает возможность получить данные о парциальных сечениях (ПС) и радиационных силовых функциях (РСФ) для области наиболее легких ядер из интервала, обычно определяемого как ядра среднего атомного веса ( $40 < A < 80$ ). Параметризация статистической модели, используемой для описания ядерных процессов в данной области масс и энергий ( $E_p \leq 4 \text{ МэВ}$ ), связана со значительными трудностями. В частности, резкое падение плотности состояний составного ядра, а, следовательно, роста погрешности обусловленной Портер-Томасовскими флуктуациями ширин, требует использование более толстых мишеней, что в свою очередь не позволяет выделить переходы в различные конечные состояния дочернего ядра.

Измерения были выполнены с использованием метода, ранее успешно опробованного на ядрах  $^{45}\text{Sc}$  и  $^{48,50}\text{Ti}$  [1,2]. Для того, чтобы разрешить переходы в различные нижние состояния  $^{47}\text{V}$ , нами были использованы мишени толщиной  $\leq 60$  кэВ, что соответствует 1,1 мкм для энергии протонов  $E_p = 2,0$  МэВ. Полученные спектры затем суммировались с шагом по энергии равным толщине мишени (количество спектров в сумме от 3 до 7), для того, чтобы достичь интервала усреднения  $\sim 300$  кэВ, что позволило уменьшить погрешность Портер-Томаса до величины, которая меньше экспериментальной ошибки ( $\leq 15\%$ ). Парциальные сечения реакции  $^{46}\text{Ti}(p,\gamma)^{47}\text{V}$  были измерены в интервале энергий протонов от 2,0 до 3,5 МэВ в 21 точке. После усреднения было получено по 4 экспериментальных значения для ПС для переходов в два нижних состояния  $^{47}\text{V}$ : 259,49 кэВ ( $3/2^+$ ) и 660,36 кэВ ( $5/2^+$ ).

Теоретические расчеты ПС были проведены в рамках статистической модели. Отмечено, что превышение теоретических значений ПС над экспериментальными, связано, вероятнее всего, с тем, что в качестве параметров гигантского дипольного резонанса (ГДР), необходимых для вычисления РСФ, использовались параметры ГДР для  $^{51}\text{V}$ , поскольку для  $^{47}\text{V}$  такие данные в литературе отсутствуют.

Необходимо отметить, что, несмотря на предпринятые усилия, не удалось выделить переходы в три нижних состояния  $^{47}\text{V}$  (0 ( $3/2^-$ ); 87,525 кэВ ( $5/2^-$ ); 145,81 ( $7/2^-$ )), что объясняется недостаточной статистикой и низким содержанием ( $\sim 40\%$ ) изотопа  $^{47}\text{V}$  в материале мишени.

1. И.И. Залюбовский и др. // *ЯФ* 1994, т. 57, № 5. с. 777-783.

2. Б.А. Немашкало, В.К. Сироткин, К.В. Шебеко // *ЯФ* 1992, т. 55, вып. 1, с. 123-129.

### 3.05. СВОЙСТВА ИЗОТОПОВ Zr и Pb В ОКРЕСТНОСТИ ГРАНИЦЫ НЕЙТРОННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

*В.Н. Тарасов<sup>1</sup>, Д.В. Тарасов<sup>1</sup>, К.А. Гриднев<sup>2,3</sup>, Д.К. Гриднев<sup>2,4</sup>, В. Грайнер<sup>3</sup>, В.Г. Картавенко<sup>5</sup>, В.И. Куприков<sup>1</sup>, В.В. Пилипенко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ННЦ "Харьковский физико-технический институт", Украина;

<sup>2</sup>Институт физики Санкт-Петербургского университета, Россия;

<sup>3</sup>Институт теоретической физики им. Гёте, г. Франкфурт, Германия;

<sup>4</sup>Кассельский университет, г. Кассель, Германия;

<sup>5</sup>Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

На основе метода Хартри-Фока с силами Скирма (*Ska*, *SkM\**, *Sly4*) для цепочек изотопов полумагических ядер Zr и Pb показано, что за пределами ранее теоретически известной границы стабильности по отношению к испусканию двух нейтронов могут существовать области ядер, которые стабильны по отношению к испусканию одного или двух нейтронов. Предсказывается существование стабильных по отношению к испусканию одного нейтрона изотопов  $^{150-152}\text{Zr}$  и  $^{266-268}\text{Pb}$ . Показано, что экстремально

нейтроноизбыточные изотопы Zr и Pb могут обладать аномально большой величиной параметра квадрупольной деформации распределения плотности нейтронов и протонов  $\beta \sim 0.4$ . Для изотопов  $^{222-230}\text{Pb}$  предсказывается появление супердеформаций с  $\beta \sim 0.6$ .

### 3.06. ПРЕИМУЩЕСТВА РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ КАНАЛИРОВАННЫХ ИОНОВ

*М.В. Ващенко, Н.А. Скакун, В.М. Шершнев*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Для измерения электронных потерь энергии каналированных ионов применяют метод, основанный на использовании тонких монокристаллических фольг. Пучок ионов пропускают через такую фольгу вдоль выделенного кристаллографического направления и, соответственно, измеряют сброс энергии. Такие фольги имеют большую микроблочность, высокую плотность протяженных дефектов и шероховатую поверхность. При установке и пропускании пучка ионов через такие фольги нарушается их плоско параллельность. Эти и другие факторы приводят к плохо контролируемому вкладу деканалированных ионов в результаты измерений.

В ранее предложенном нами оригинальном методе измерения электронных потерь энергии каналированных ионов с помощью изолированного резонанса ядерной, например  $(p,\gamma)$ ;  $(\alpha,\gamma)$  или  $(p,\alpha)$  реакции [1], используются «толстые» монокристаллические мишени, что исключает или существенно ограничивает влияние перечисленных выше факторов.

Показано, что в области канала, где реализуется резонанс и определяются потери энергии, ионы, деканалированные на ядрах атомов и электронах, сбрасывают достаточную для выхода за пределы резонанса часть кинетической энергии. Вследствие этого вклад в выход резонансной реакции, а, соответственно, и влияние деканалированных ионов на результаты измерений потерь энергии исключается.

1. Н.А. Скакун, В.М. Шершнев // Поверхность: рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования 2006, №4, с.107.

### 3.07. КУТОВІ КОРЕЛЯЦІЇ ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЙ ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha^6\text{Li})n$ ТА ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha\alpha)\alpha$

*Ю.М. Павленко, Н.Л. Дорошко, О.С. Бондаренко*

*Институт ядерных исследований НАН Украины, м.Київ*

В [1] кореляції непружно розсіяних  $\alpha$ -частинок з ядрами  ${}^6\text{Li}$  з розпаду  ${}^7\text{Li}^*(7,45 \text{ MeV}) \rightarrow {}^6\text{Li} + n$  вимірювались у межах неповного тілесного кута розпаду  $\Omega_{6\text{Li}}$ . Повна ймовірність розпаду  ${}^7\text{Li}^*(7,45 \text{ MeV})$  в канал  ${}^6\text{Li} + n$  визначалась з урахуванням „ефективності реєстрації”, розрахованої у наближенні ізотропного розпаду. Оскільки відомо, що розпад цього стану не може бути ізотропним (спін  $J^\pi = 5/2^-$ ), просторові розподіли розпаду  ${}^7\text{Li}^*$  в реакції  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha^6\text{Li})n$  ( $E_\alpha = 27,2 \text{ MeV}$ ) досліджено більш детально, а саме з

розділенням внесків верхньої та нижньої кінематичних гілок, що відповідають розпаду в передню та задню півсферу кутів у системі центра мас збудженого стану  ${}^7\text{Li}^*(7,45 \text{ MeV})$ . Отриманий кутовий розподіл виявився близьким до ізотропного, що підтверджує результати, отримані в [1], зокрема виявлений ефект зміни співвідношення гілок розпаду порівняно з даними для бінарних реакцій. Аналізувався також кутовий розподіл  $\alpha$ -частинок із розпаду основного стану ядра  ${}^8\text{Be}$  в супутній реакції  ${}^7\text{Li}(\alpha, \alpha)\alpha$ . Як і очікувалось для стану з спіном  $0^+$ , цей розподіл має ізотропний характер, що вказує на адекватність застосованих у [1] методів та розрахунків.

1. О.Ф. Німець, Ю.М. Павленко, В.Л. Шаблов та ін. // *Ядерна фізика та енергетика* 2007, №1 (19), с. 36.

### 3.08. ПОЛНАЯ СИЛА МАГНИТНОГО ДИПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА В НЕЧЕТНЫХ ЯДРАХ SD-ОБОЛОЧКИ

*А.С. Качан, И.В. Кургуз, И.С. Ковтуненко, В.М. Мищенко, В.А. Панин  
Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

Представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных на ЭСУ-5 ННЦ ХФТИ, которые связаны с изучением поведения полной силы магнитного дипольного резонанса (МДР) в нечетных ядрах sd-оболочки. Ранее нами были получены экспериментальные данные о полной силе МДР в ядрах  ${}^{23}\text{Na}$ ,  ${}^{27}\text{Al}$ ,  ${}^{37}\text{Cl}$ ,  ${}^{39}\text{K}$  [1].

Для определения полной силы ( $S_{\text{EW}}^{M1} = \sum_k E_k B_k(M1) \uparrow$ ) МДР, наблюдаемого в реакции радиационного захвата протонов, необходимо знание сил резонансов данной реакции. В работе силы резонансов, наблюдаемые в реакции  ${}^{30}\text{Si}(p, \gamma){}^{31}\text{P}$  при  $E_p = 1480, 1490, 1770, 1829, 1880, 2216, 2350, 2505$  кэВ, распадающихся преимущественно в основное состояние и составляющих резонансноподобную структуру, были определены из сравнения интенсивностей  $\gamma$ -линий, образующихся при распаде изучаемых резонансных уровней, с интенсивностью  $\gamma$ -линии с  $E_\gamma = 8731$  кэВ, соответствующей переходу с резонансного уровня при  $E_p = 1480$  кэВ (сила и схема распада которого хорошо известны) на основное состояние. Для измерения  $\gamma$ -спектров применялся Ge(Li)-детектор разрешением 3,5 кэВ для  $E_\gamma = 1332$  кэВ. Измерения во всем энергетическом диапазоне проводились в одних и тех же экспериментальных условиях, что позволило исключить зависимость от числа протонов, попавших на мишень, и толщины мишени. Полная сила МДР в  ${}^{31}\text{P}$  равна  $17,9 \text{ МэВ} \cdot \mu_N^2$ . Это значение меньше, чем значение силы МДР в четных ядрах, что по-видимому связано с более сильной деформацией нечетных ядер по сравнению с четными.

1. А.С. Качан и др. // *Изв. РАН. Сер. физ.* 2006, т. 70, № 5, с.751.

### 3.09. АНАЛИЗ НУКЛОН-ЯДЕРНОГО РАССЕЙЯНИЯ И СТРУКТУРЫ АТОМНЫХ ЯДЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ СИЛ СКИРМА

*В.И. Куприков<sup>1</sup>, В.В. Пилипенко<sup>1</sup>, А.П. Созник<sup>2</sup>, В.Н. Тарасов<sup>1</sup>, Н.А. Шляхов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*ИНЦ “Харьковский физико-технический институт”;*

<sup>2</sup>*Университет гражданской защиты Украины, г.Харьков*

Предложена модель микроскопического оптического N-A потенциала, действительная и мнимая части которого определяются из расчётов массового оператора одночастичной функции Грина в приближении ядерной материи с силами Скирма. Эта модель использована для поиска новых вариантов эффективных N-N сил, обеспечивающих одновременное описание сечений процессов N-A рассеяния и величин, характеризующих ядерную материю и структуру конечных чётно-чётных ядер. Рассматриваемая модель была усовершенствована путём учёта в действительной части оптического потенциала спин-орбитального N-A потенциала и членов, связанных с неоднородностью нуклонных плотностей в конечных ядрах. На основе разработанной процедуры удалось найти несколько наборов параметров сил Скирма, которые значительно улучшают описание сечений N-A рассеяния, а также дают разумные значения энергий связи и радиусов распределений протонов и нейтронов для рассмотренных ядер.

### 3.10. ЯДЕРНЫЕ ДАННЫЕ – ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

*Е.А. Скакун*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ИНЦ ХФТИ, г.Харьков*

Ядерные данные – это константы, характеризующие свойства ядер и ядерных взаимодействий, которые измеряются в лабораторных экспериментах, рассчитываются по разработанным теориям, компилируются в базы, файлы и библиотеки, оцениваются, валидируются и аттестуются специальными группами и распространяются международными, региональными и национальными центрами по ядерным данным.

Цель этой деятельности – обеспечить доступ пользователей к новейшей достоверной информации при исследованиях в области ядерной физики и других фундаментальных наук, а также в ядерных технологиях.

### 3.11. О НАБЛЮДЕНИИ РЕЗОНАНСОВ ЯДРА ${}^6\text{He}$ В ОБЛАСТИ

$E^* \sim 15 \text{ МэВ}$  В РЕАКЦИИ  ${}^7\text{Li}(t, \alpha){}^6\text{He}$

*Ю. Н. Павленко*

*Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев*

Несогласованность существующих данных о резонансных энергиях и ширинах характерна как для теоретических расчетов, выполненных для ядра  ${}^6\text{He}$  в рамках разных моделей, так и для результатов исследований реакций типа  $T(p, \alpha){}^6\text{He}^*$  в кинематически неполных экспериментах. Корреляционные данные для этих реакций отсутствуют, а неполное определение кинематики

конечного состояния реакций является одной из причин разброса существующих данных. В данной работе это иллюстрируется на примере реакции  ${}^7\text{Li}(t, \alpha){}^6\text{He}$ , которая в [1] детально исследовалась с целью поиска возбужденных состояний  ${}^6\text{He}$ . В инклюзивных спектрах  $\alpha$ -частиц из реакции  ${}^7\text{Li}(t, \alpha){}^6\text{He}$  в [1] были обнаружены пики, которые, на первый взгляд, могут быть обусловлены образованием двух резонансов ядра  ${}^6\text{He}$  с энергиями возбуждения  $E^* = 14,8$  и  $16,7$  МэВ, поскольку положения этих пиков в шкале энергий возбуждения  ${}^6\text{He}$  инвариантны при изменении угла регистрации  $\alpha$ -частиц. Более детальный анализ показал, что спектры, приведенные в [1], можно удовлетворительно описать суммарным вкладом одного резонанса ядра отдачи  ${}^6\text{He}^*$  ( $E^* = 15,5 \pm 0,1$  МэВ,  $\Gamma = 4,4 \pm 0,5$  МэВ) и процессов  $\alpha$ -распада резонансов  ${}^6\text{He}$ ,  ${}^8\text{Be}$  и  ${}^7\text{Li}$  в сопутствующих реакциях.

1. R.H. Stokes, P.G. Young // *Phys. Rev.* 1978, v. 3, p. 984.

### 3.12. АСИМПТОТИКА И ЛОЖНЫЕ УЗЛЫ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ ДЕЙТРОНА

*И.И. Гайсак<sup>1</sup>, В.И. Жабан<sup>1</sup>, Й. Урбан<sup>2</sup>, С. Халупка<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Ужгородский национальный университет, Украина;*

<sup>2</sup>*Университет П.Й.Шафарика, г.Кошице, Словакия*

Известно, что в потенциальной модели дейтрон описывается системой двух связанных уравнений Шредингера для двух компонент радиальной волновой функции. Две компоненты  $u(r)$  и  $w(r)$  отвечают  $S$ - и  $D$ -волновым составляющим. В некоторых работах одна [1] или обе [2] компоненты волновой функции имеют узлы вблизи начала координат. Но такая ситуация не согласуется с общей теоремой о числе узлов собственных функций [3]. В настоящей работе проанализировано зависимость асимптотики радиальных волновых компонент от характера поведения потенциалов. Показано, что асимптотика волновых функций определяется полным моментом системы и поведением тензорного потенциала в начале координат. На примере ряда моделей показано, что выбор „правильной” асимптотики волновых функций не приводит к генерации ложных узлов в основном состоянии.

1. R. Machleidt // *Phys. Rev.* 2001, v. C63, 024001.

2. V. Kukulin, V. Pomerantsev, A. Faesler // *Phys. Rev.* 1998, v. C57, p. 535.

3. Р. Курант, Д. Гильберт. Методы математической физики. М. 951 с.

### 3.13. ТОЧНО РЕШАЕМАЯ МОДЕЛЬ СО СВЯЗАННЫМИ КАНАЛАМИ

*И.И. Гайсак<sup>1</sup>, П. Мурин<sup>2</sup>, Н.В. Форос<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ужгородский национальный университет, Украина;*

<sup>2</sup>*Университет П.Й.Шафарика, г.Кошице, Словакия*

Дейтрон является хорошо известной квантово-механической системой, которая характеризуется связанными каналами, соответствующими разным орбитальным компонентам ( $S$ - $D$  смешивание). Аналогичная ситуация имеет место для других систем, образованных двумя частицами со спинами  $\frac{1}{2}$



(кварк-антикварк, электрон-позитрон, ...). В таких системах связь каналов может осуществляться как тензорной компонентой взаимодействия, так и антисимметричным спин-орбитальным потенциалом. Как правило, приближенные методы для таких систем основываются на базисных функциях одноканальных задач. В настоящей работе приводится пример модели, в которой удастся найти точные выражения для собственных значений и собственных функций гамильтониана системы. Модель соответствует синглет-триплетному смешиванию антисимметричной компонентой взаимодействия частиц. Такая ситуация характерна для нуклон-нуклонных систем и мезонов образованных кварками разных ароматов. Точные волновые функции могут служить базисом при рассмотрении указанных систем, что представляется более адекватным использованию одноканальных функций.

### 3.14. ОПИС ДВОДІРКОВИХ СТАНІВ ПАРНО-ПАРНИХ ЯДЕР В АДІАБАТИЧНОМУ ПІДХОДІ

*Р.М. Плекан, В.Ю. Пойда, І.В. Хіміч*

*Ужгородський національний університет, м.Ужгород*

Пропонується парні кореляції між нуклонами враховувати в адиабатичному підході в рамках адиабатичної тричастинкової моделі [1-3], в якій парно-парне сферичне (або деформоване) ядро розглядається як система, що складається із відповідного остова і двох нуклонів. В основі запропонованої моделі лежить припущення про відокремлення руху нуклонів ядра на швидкий рух по кутових змінних, тобто на сфері  $S^2(\Omega)$ , і адиабатичний (повільний) вздовж гіперрадіусу  $R$ .

Ефективність моделі ілюструється на прикладі чисельного розрахунку енергетичного спектру дводіркових збуджених станів парно-парних ядер, у яких до заповнення зовнішніх оболонок не вистачає двох нуклонів. Досліджуються внески у спектри ядер енергій спарювання, обумовлених впливом парних кореляцій нуклонів за рахунок сильної залишкової взаємодії.

1. М.М. Капустей, Р.М. Плекан, В.Ю. Пойда, І.В. Хіміч // *УФЖ* 2001, т. 46, с. 524.

2. I.V. Khimich, R.M. Plekan, V.Yu. Pojda // *Rad. Phys. & Chem.* 2003, v. 68, p. 159.

3. Р.М. Плекан, В.Ю. Пойда, І.В. Хіміч // *УФЖ* 2004, т. 49, с. 743.

### 3.15. ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПРОЦЕСС РАСЩЕПЛЕНИЯ ДЕЙТРОНОВ В ПОЛЕ СРЕДНИХ ЯДЕР

*В.И. Гранцев, В.В. Давидовский, К.К. Кисурин, С.Е. Омельчук, Г.П. Палкин,  
Ю.С. Рознюк, Б.А. Руденко, В.С. Семенов, Л.И. Слюсаренко, Б.Г. Стружко,  
В.К. Тартаковский, В.А. Шитюк*

*Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев*

В работе приведены оригинальные результаты, полученные из анализа инклюзивных сечений  $d^2\sigma/d\Omega_p dE_p$  с фиксацией энергии и угла вылета

образовавшихся протонов на ядрах изотопов и изобар при энергии падающих дейтронов 37 МэВ.

Результаты эксперимента удовлетворительно описываются дифракционной ядерной теорией, учитывающей как ядерное, так и кулоновское взаимодействие дейтронов с ядрами мишени, размытие края и прозрачность ядер, а также преломление и поглощение нуклонных волн в ядерном веществе.

Анализ массовой зависимости сечений показал, что развал дейтрона, скорее всего, не является типично периферийной реакцией. Показано, что использование дифракционного приближения для расчета сечений ( $d, p_n$ ) имеет ряд преимуществ по сравнению с применением различных вариантов МИВ.

В работе приведен краткий обзор экспериментальных и теоретических работ по развалу дейтронов в поле средних и тяжелых ядер. Настоящая работа является продолжением исследований процессов развала дейтронов в поле ядер среднего атомного веса на изохронном циклотроне У-240 ИЯИ НАН Украины.

### 3.16. АНАЛИЗ НИЗКОЛЕЖАЩИХ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДРА $^{31}\text{P}$ В МОДЕЛИ НИЛЬССОНА

*А.Н. Водин<sup>1</sup>, Л.П. Корда<sup>1</sup>, В.Ю. Корда<sup>2,1</sup>*

*<sup>1</sup>ННЦ “Харьковский физико-технический институт”;*

*<sup>2</sup>Институт электрофизики и радиационных технологий НАН Украины,  
г.Харьков*

В настоящей работе исследуется применимость традиционной модели Нильссона аксиально деформированного ядра к анализу энергий и квантовых характеристик одночастичных и многочастичных возбужденных состояний ядра  $^{31}\text{P}$ .

Параметрами этой модели, кроме величины деформации, являются веса операторов спин-орбитального взаимодействия и квадрата орбитального момента.

Показано, что ни стандартный набор величин этих параметров, предложенный Нильссоном, ни их подгонка не позволяют одновременно воспроизвести экспериментально измеренные величины энергий и квантовых характеристик исследуемых состояний. Расчеты показали, что хорошего согласия рассчитанных и измеренных данных можно достичь, если существенно (до 20%) снизить вклад радиальной зависимости формы деформированной поверхности ядра в гамильтониане Нильссона. Следовательно, реальная форма потенциала аксиально-деформированного ядра оказывается значительно сложнее, чем это предполагается в модели Нильссона.

### 3.17. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ПРОТОНОВ ОТДАЧИ ОТ БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ

*С.К. Андрухович<sup>1</sup>, В.П. Божко<sup>2</sup>, А.Н. Водин<sup>2</sup>,  
С.Н. Олейник<sup>2</sup>, Э.А. Рудак<sup>1</sup>, О.И. Ячник<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Институт физики им.Б.И. Степанова НАН Беларуси, г.Минск;*

<sup>2</sup>*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

На базе нейтронного генератора НГ-200 ННЦ ХФТИ разработана методика измерения спектров протонов отдачи, вылетающих из тонких (~1мм) водородосодержащих пленок при их облучении нейтронами с энергиями 14,7 и 2,5 МэВ. Интенсивность потока нейтронов контролировалась по сопутствующим заряженным частицам из (d+T)- и (d+d)-реакций. Измерения спектров протонов отдачи проводились спектрометрами на основе поверхностно-барьерного Si(Au)-детектора, регистрирующего протоны в режиме «на прострел», а также на основе сцинтилляционного Cs(J)-детектора, в котором протоны полностью поглощались. Спектры протонов отдачи, измеренные для различных толщин полиэтиленовых пленок, сравнивались с соответствующими спектрами, рассчитанными по модели, в которой многократное рассеяние протонов не учитывалось.

Работа поддержана грантами ГФФИ Украины № Ф14.1/029 и РФФИ Республики Беларусь № Ф07К-066.

### 3.18. КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ $\gamma$ -СПЕКТРОВ GAMMAPEAKS (VERSION 2.1)

*А.Ю. Бережной, С.Н. Утенков*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В работе [1] нами была представлена компьютерная программа GAMMAPEAKS, позволяющая проводить комплексный анализ  $\gamma$ -спектров, измеренных полупроводниковыми и сцинтилляционными детекторами. Данная программа позволяет производить со спектрами все принятые в современной спектрометрии операции: интегрирование спектров по зонам или всего спектра, сглаживание спектра при помощи сплайнирования с использованием линейного фильтра, автоматический поиск пиков на спектре, анализ пиков с использованием различных моделей описания формы одиночного пика (ФОП), определение параметров пиков (положения центров тяжести, энергетического разрешения (ПШПВ), площадей под пиками, определение амплитуд пиков и др.). Также проводятся необходимые операции с несимметричными и наложенными пиками.

В отличие от аналогичных программ для обработки  $\gamma$ -спектров, в программе GAMMAPEAKS (Ver. 2.1) для описания ФОП от полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов используются различные модели, которые пользователь выбирает по своему усмотрению. В

данной версии программы реализованы следующие модели описания ФОП: 1. Модель, использующая предположение о чисто случайных факторах, влияющих на разброс сигналов от детектора, что дает право использовать для аппроксимации ФОП распределение Гаусса; 2. Модель, в которой центральная часть пика интерпретируется в виде гауссиана, а правый и левый “хвосты” – в виде экспонент, причем пользователь может самостоятельно подбирать нормировочные коэффициенты как для левой, так и для правой экспонент; 3. Модель, в которой для описания ФОП предложено использовать функцию Гаусса с переменной дисперсией, аналитическая зависимость которой выбрана в виде гиперболы.

Проведенные исследования показали, что использование функции Гаусса с переменной дисперсией, которая содержит шесть параметров, позволяет с высокой точностью описать форму одиночного симметричного и несимметричного пиков как в максимуме, так и на его “хвостах”.

1. А.Ю. Бережной, В.М. Мищенко, С.Н. Утенков // Тез. докл. 5 конф. по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям 2007, Харьков, с. 88.

### 3.19. СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ РАДИАЦИОННЫХ СИЛОВЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ЯДЕР С $45 < A < 85$

*С.Н. Утенков, К.В. Шебеко*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

В последние годы значительно возрос интерес к изучению энергетической зависимости радиационных силовых функций (РСФ) в средних и тяжелых ядрах. Появившиеся новые модельно-зависимые методы определения РСФ позволяют объяснить структуру энергетической зависимости РСФ и механизмы ее формирования, но не дают полного понимания поведения РСФ для различных ядер в широкой области энергий.

В настоящей работе рассмотрены современные модельно-зависимые подходы определения дипольных РСФ в ядрах с  $45 < A < 85$ , такие как модель Акселя-Бринка, модель Кадменского, Маркушева, Фурмана (КМФ), полумикроскопический подход Урина, статистический подход Сироткина (СПС), модель обобщенного лоренциана (EGLO), модель модифицированного лоренциана (MLO).

Проведено сравнение экспериментальных данных по дипольным РСФ для широкого круга ядер от Ti до Br, полученных в ИФВЭЯФ ННЦ ХФТИ на ускорителе ЭСУ-5, с теоретическими расчетами по данным моделям в области энергий возбуждения вблизи энергии связи нуклона.

## **Секция 4. Компьютерные технологии в физических исследованиях**

### **4.01. ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА СТЕНДА МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПЛЕКСА «НЕСТОР»**

*А. Зелинский, Д. Литвинов, А. Мыцыков  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В работе приведены результаты анализа требований к структуре и функциональности информационно-управляющей системы стенда магнитных измерений для электромагнитных элементов фокусирующей структуры ускорительного комплекса «НЕСТОР». Спроектированы и разработаны основные компоненты системы управления стендом. Определены требования к аппаратной части системы управления. При этом учтены требования гибкости, переносимости и интеграции разрабатываемой системы с системой управления комплекса «НЕСТОР». Система построена по двухуровневой схеме на базе платформы TANGO (ESRF, Франция) с использованием языков программирования C++ и Java. По завершению производства аппаратной части стенда будет проведено тестирование работы системы в его составе, а также оптимизация алгоритмов измерения и обработки их результатов и связанная с этим доработка системы.

### **4.02. СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

*С.А. Субботин, Ан.А. Олейник  
Запорожский национальный технический университет*

При обработке нежестких деталей энергетических установок применяют методы высокоскоростного фрезерования, которые, однако, сопровождаются вибрациями обрабатываемых деталей. Такие вибрации значительно повышают вероятность разрушения детали в процессе обработки. Поэтому актуальной является задача выбора режимов фрезерования, обеспечивающих минимальный уровень вибраций. С целью уменьшения амплитуды вибраций построены нейросетевые модели зависимости режимов высокоскоростного фрезерования от параметров вибраций.

Исходная выборка характеризовалась значениями шести режимов фрезерования и получаемыми в результате обработки вибрациями, которые численно представлены в виде множества отсчетов сигналов, большинство из которых оказались неинформативными. Поиск максимально значимой комбинации признаков проводился с помощью методов эволюционной оптимизации.

После отбора информативных признаков на основе каждой полученной комбинации строились нейросетевые модели зависимости режимов фрезерования от наиболее информативных параметров полученных сигналов.

С помощью синтезированных моделей найдены оптимальные параметры фрезерования, обеспечивающие минимальный уровень вибраций.

#### 4.03. КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*С.А. Субботин, Ал.А. Олейник*

*Запорожский национальный технический университет*

При проведении физических исследований одним из необходимых этапов является построение модели изучаемого процесса, объекта или системы. Для построения модели можно использовать различные подходы. Одним из таких подходов является кластерный анализ, позволяющий разделить объекты выборки на определённые кластеры, характеризующиеся своеобразными характеристиками. Для выполнения кластер-анализа предлагается применение метода муравьиных колоний. Метод муравьиных колоний относится к интеллектуальным методам мультиагентной оптимизации и основывается на случайном поиске. Полученные результаты применения метода к различным оптимизационным задачам показали, что метод муравьиных колоний обеспечивают достаточную точность, но при этом время выполнения существенно сокращалось.

Для решения задачи кластеризации с помощью метода муравьиных колоний разработана модификация метода муравьиных колоний, в которой, в отличие от традиционного метода муравьиных колоний, не выполняется моделирование феромонов, а выполняется моделирование 3-х основных действий, выполняемых муравьями при выполнении сортировки пищи: подъём пищи, перенос пищи и складирование пищи.

С помощью предложенной модификации выполнен кластер-анализ, результаты которого показали эффективность предложенной модификации метода муравьиных колоний.

#### 4.04. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ

*В.А. Дудник, В.И. Кудрявцев, Т.М. Серета, С.А. Ус, М.В. Шестаков  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Описаны новые возможности современных графических процессоров (GPU) по ускорению научно-технических расчётов за счёт распараллеливания вычислительной задачи между центральным процессором и GPU. Приведено описание использования технологии NVIDIA CUDA для подключения параллельных вычислительных возможностей GPU при программировании некоторых математически интенсивных задач. Приведены примеры сравнения показателей производительности при решении этих задач без применения GPU и с

использованием возможностей NVIDIA CUDA для графического процессора GeForce® 8800.

#### 4.05. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ С УЧЕТОМ РИСКА

*Ю.И. Ларионов, М.А. Хажмурадов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Для обеспечения нормального функционирования сложных систем различного вида и назначения (объектов) создаются системы технического обслуживания (СТО). В зависимости от характера воздействия на объект со стороны СТО возможны два вида обслуживания: контроль с восстановлением объекта и контроль с отбраковкой, что предполагает изъятие объекта из эксплуатации.

Функции СТО заключаются в измерении параметров, определяющих работоспособность и качество функционирования объекта, обработке результатов и принятии решения о состоянии обслуживаемого объекта с последующим его восстановлением или изъятием из эксплуатации. Такая СТО может быть представлена совокупностью структурно-функциональных блоков: информационно-логического, управляющего и исполнительного.

Информационно-логическая функция выполняется контроллерами, от состояния которых зависит правильность оценки состояния объекта и эффективность принятых решений. В системе с восстановлением информационно-логический блок представляет собой блок контроля, а исполнительный – блок восстановления. Для обеспечения работоспособности СТО ее обслуживают с помощью другой системы, которая, в свою очередь, может обслуживаться с помощью следующей системы и т.д. Таким образом, фактически имеется многоуровневая СТО. Количественную оценку эффективности ее функционирования предлагается провести с помощью критерия риска контроля. При определении риска учитывается обобщенная информация, выдаваемая блоком контроля о состояниях, в которых может находиться объект, вероятностях этих состояний, числе видов информации, потерях, связанных с выдачей ложной информации и т.п. Потери, связанные с пропуском неисправности или забраковыванием исправного объекта, оцениваются через снижение эффективности функционирования.

В многоуровневой СТО получается ветвящаяся схема учета влияния различных уровней на риск контроля объекта. Если изменение характеристик СТО некоторого уровня не приводит к существенному изменению риска контроля объекта, то, начиная с этого уровня, их можно не учитывать.

#### 4.06. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ДЛЯ ТРАНСМУТАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙТРОНОВ

*Е.В. Рудычев, Р.П. Слабостицкий, М.А. Хажмурадов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В работе рассматривается два варианта системы трансмутации радиоактивных отходов (РАО) с помощью термоядерных нейтронов. В

первом варианте трансураниевые элементы (ТРЕ) и продукты деления (ПД) не отделены друг от друга, во втором варианте они облучаются отдельно. Проанализированы преимущества и недостатки каждого из вариантов. Предпочтение отдано второму варианту, и для него выполнено физическое обоснование элементов конструкции разрабатываемой установки. Методами Монте-Карло проведено моделирование системы раздельной трансмутации ТРЕ и ПД. На основе физической и математической модели проведена оптимизация толщин ячеек содержащих ТРЕ и ПД, а так же промежуточных ячеек содержащих оксид лития для возможности наработки трития и бериллий для замедления нейтронов. Проанализированы данные спектральных характеристик, полученных в результате прохождения термоядерных нейтронов через последовательность ячеек. Проведена предварительная оценка эффективности трансмутации установки.

#### 4.07. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ АЗОТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*А.С. Мазманишвили, И.И. Марченко*

*Национальный технический университет «ХПИ», г.Харьков*

В последнее время для улучшения свойств металлов и сплавов успешно используется воздействие ионов азота на поверхность различных материалов. Высокодозовое ионное азотирование позволяет существенным образом увеличить твердость и износостойкость поверхностных слоев не ухудшая их коррозионную стойкость.

При помощи имплантации ионов с энергиями ниже 2 кэВ можно получить (при умеренных температурах обрабатываемых изделий) азотированные слои в несколько микрон, что значительно превышает проективный пробег ионов с данной энергией. В предложенных ранее математических моделях процессов ионного азотирования не было исследовано влияние параметров ионного облучения на изменения характеристик азотированного слоя.

В работе методами компьютерного моделирования исследованы процессы формирования приповерхностных азотированных слоев под воздействием низкоэнергетических ионов в Fe, Cr и Fe-Cr-сплавах. Установлено, что для различных условий ионной обработки существует оптимальное значение ионного тока, которое позволяет проводить процесс ионного азотирования с минимальными затратами. Показано, что повышение температуры приводит к увеличению величины оптимального ионного тока.



#### 4.08. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОННОГО ПУЧКА В ПЛАЗМЕННОМ ИСТОЧНИКЕ ИОНОВ И ЕГО СРАВНЕНИЕ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ

*С.А. Пустовойтов, В.А. Батулин, С.А. Ерёмин, А.Ю. Карпенко  
Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы*

Конструирование мощных источников заряженных частиц является актуальной физико-технической задачей. Одним из наиболее перспективных методов получения ионного пучка можно считать вытягивание его ускоряющим электрическим полем из холодной плазмы. При этом граница плазмы, которую приближённо можно считать резкой, служит эмиттером ионов.

В докладе приводятся физическая модель и алгоритм компьютерной программы, используемые для численного моделирования системы извлечения и первичного формирования ионного пучка в плазменном ионном источнике. Для сравнения результатов численного моделирования и экспериментальных измерений границы плазмы промоделирована система извлечения импульсного ионного источника с осцилляцией электронов в магнитном поле. Показано хорошее соответствие между расчётными и экспериментальными результатами.

#### 4.09. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ БЕСПЛАТНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*А.М. Горбань<sup>1</sup>, Д.А. Горбань<sup>2</sup>, Д.В. Зеновьев<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*ННЦ «Харьковский физико-технический институт»;*

<sup>2</sup>*Академия внутренних войск МВД Украины, г.Харьков;*

<sup>3</sup>*Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

В научных исследованиях, в частности в области физики ядра и ускорительной физике, в настоящее время используется значительное количество бесплатных программных продуктов (ПП), в частности программного обеспечения (ПО) с открытыми исходными кодами. В силу особенностей лицензионных соглашений на такие ПП вся ответственность за их сопровождение, как правило, возлагается на пользователя.

В результате затраты на сопровождение ПО в организациях где отсутствуют выделенные подразделения, обеспечивающие полный цикл сопровождения, оказываются непомерно большими.

Анализируются причины такого положения и предлагаются организационные формы, способные обеспечить снижение суммарных затрат на сопровождение без необходимости изменения структуры организаций.

#### 4.10. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ R-ФУНКЦИЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ПОЛИЗОНАЛЬНОМ ОРЕБРЕНИИ ТВЭЛОВ

*К.В. Максименко-Шейко*

*Институт проблем машиностроения им.А.Н. Подгорного НАН Украины;  
Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

Построены математические модели теплообмена при движении несжимаемой вязкой жидкости по каналам с винтовым типом симметрии, в том числе при полизональном оребрении твэлов, в криволинейных неортогональных координатах. Для ламинарного течения в области тепловой стабилизации трехмерная задача сведена к двумерной и исследовано влияние параметра закрутки на распределение температурного поля.

Вычислительный эксперимент проводился в условиях эксплуатации системы ПОЛЕ, разработанной в ИПМаш им. А.Н.Подгорного НАН Украины, которая позволяет в рамках одной программы проводить решение последовательности задач. Задание геометрической информации и физических констант в виде буквенных параметров позволяет проводить многовариантные расчеты.

1. В.Л. Рвачев. Теория R-функций и некоторые её приложения. Киев: Наук. думка, 1982, 552 с.

2. В.Л. Рвачев, К.В. Максименко-Шейко. Математические модели движения несжимаемой вязкой жидкости по скрученным трубам // *Мат. методы и физ.-мех. поля* 2003, т. 46, № 2, с. 81-88.

3. К.В. Максименко-Шейко. Некоторые новые классы пространственных краевых задач, сводящиеся к двумерным // *Доп. НАН України* 2003, №1, с. 25-28.

#### 4.11. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ CsI-ДЕТЕКТОРА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСХОДНОГО СПЕКТРА

*И.М. Прохорец, С.И. Прохорец, Е.В. Рудычев, Д.В. Федорченко,  
М.А. Хажмурадов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Проведено математическое моделирование спектров поглощения CsI-детектора, использующегося в спектрометрии гамма-излучения. При помощи пакета PENELOPE 2006 получен набор спектров поглощения гамма-квантов в диапазоне 50 кэВ – 1,5 МэВ. Полученные зависимости были использованы для построения методики восстановления исходного спектра гамма-излучения. Также на основе полученных зависимостей проведен анализ влияния элементов конструкции спектрометра на спектральные характеристики. Работа выполнена в рамках проекта УНТЦ 3511.

#### 4.12. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫБОРА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ СЕТЕВЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

*Г.И. Стопченко, И.А. Макрушан*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

Рассматриваются вопросы построения интеллектуальных СППР для решения многокритериальных задач. Существует ряд проблем, среди которых наиболее важной остается проблема соответствия уже структурированной задачи и метода принятия решений. Данная проблема может быть решена путем создания базы знаний опытного консультанта и библиотеки методов принятия решений. В связи с этим представляется актуальной задача построения базы знаний ИСППР и разработки технологии выбора метода решения многокритериальных задач.

Предлагается технология выбора оптимальной модели и соответствующего метода решения конкретной задачи для ЛПР, являющегося экспертом в предметной области, но не знакомого с математическими методами. Данная технология заключается в поэтапном уточнении взглядов ЛПР посредством его ответов на предлагаемые системой вопросы.

#### 4.13. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SCADA-СИСТЕМ

*Н.В. Васильцова, М.В. Евланов, И.Ю. Панферова*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

Решение задачи идентификации технологических процессов включает два этапа: определение вида уравнения связи «вход-выход» (или идентификация структуры) и идентификация параметров этого уравнения.

Для решения второй задачи разработаны достаточно эффективные алгоритмы. Решение первой задачи осложняется существенной нелинейностью, стохастичностью реальных процессов, отсутствием необходимого объема априорной информации о степени и форме связи переменных процесса.

Предлагается алгоритм структурной идентификации процесса, разработанный на основе комбинированного модифицированного подхода с применением метода группового учета аргументов, в котором предлагается последовательный синтез структуры на основе заданных опорных функций, и метода комбинаторного типа, в котором структура модели определяется путем перебора фиксированного множества жестко заданных структур.

Применение SCADA-систем (систем сбора данных и оперативного диспетчерского управления) в данном случае обеспечит визуализацию не только процесса измерения, но и процесса построения моделей в реальном масштабе времени.

#### 4.14. КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СИГНАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

*Н.В. Васильцова, И.Ю. Панферова, В.А. Никитюк*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

В ряде задач компьютерной обработки данных метрологического эксперимента возникает необходимость восстановления исходного непрерывного сигнала по его дискретным отсчетам. Точность восстановления определяется выбором шага дискретизации и методом аппроксимации сигнала. В работе проведены исследования методов сплайн-аппроксимации функций для решения данной проблемы.

Предлагается для интерполяции использовать кубический Эрмитовый сплайн, т.к. его значения в узлах совпадают со значениями исходной функции, в отличие от базовых сплайнов, которые не проходят через узлы интерполяции. Интерполяция Эрмитовым сплайном позволяет при погрешности восстановления, не превышающей 1%, иметь частоту дискретизации всего в пять раз больше верхней граничной частоты входного сигнала. Разработана методика моделирования Эрмитова сплайна и адаптивного выбора шага дискретизации восстанавливаемой функции.

#### 4.15. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧАСТИЦ ПЛАЗМЕННОГО ФАКЕЛА МИШЕНИ ВО ВНЕШНИХ ПОЛЯХ

*А.М. Горбань<sup>1</sup>, И.А. Бармет<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”;*

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет им.В.Н. Каразина*

Методом численного моделирования исследована динамика ионов и электронов плазменного факела, образующегося при воздействии сильноточного релятивистского электронного пучка (СРЭП) на мишень. При исследованиях учитывалось воздействие на частицы плазмы факела объемного заряда электронного пучка и внешнего ведущего магнитного поля.

Получены оценки времен формирования стационарного состояния такой системы и пространственного распределения электронных и ионных потоков.

Результаты работы могут быть использованы при разработке и исследовании длинноимпульсных ускорителей СРЭП.

#### 4.16. АЛГЕБРА ПРОЦЕССОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

*Б.Б. Нестеренко, М.А. Новотарский*

*Институт математики НАН Украины, г.Киев*

Рассмотрены основные направления развития современных формальных средств описания сложных систем. Предложена алгебра процессов, ориентированная на построение имитационных моделей таких систем. Подробно изложены синтаксис и семантические правила выполнения

операций с использованием нотации Плоткина. Показано, что особенность рассматриваемой алгебры процессов состоит в возможности применения принципа «блочного моделирования» путем создания двухуровневых моделей. Верхний уровень с помощью выражений алгебры процессов формирует структуру модели и определяет характер взаимодействия между компонентами, а нижний уровень содержит алгоритмы, описывающие процесс обработки реальной рабочей нагрузки отдельными компонентами. Другой важной особенностью является возможность доказательства строгого и слабого взаимного подобия между объектом исследования и его алгебраической моделью, что позволяет строго обосновать степень адекватности модели. На базе алгебры процессов разработана среда моделирования, позволяющая создавать и исследовать имитационные модели сложных систем.

#### 4.17. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «NESTOR» В КОНТЕКСТЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ TANGO

*А. Зелинский, Д. Литвинов, Е. Носач, А. Тарасюк  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В работе представлены результаты разработки системы управления системой водяного охлаждения электромагнитных элементов ускорительного комплекса ННЦ ХФТИ «NESTOR». Показаны системные и пользовательские требования и ограничения к системе управления. Проведён анализ структуры системы охлаждения. Разработана архитектура системы управления системой охлаждения. Для реализации системы управления системой была выбрана трёхуровневая модель в контексте клиент-серверной архитектуры программной оболочки TANGO. В качестве средств реализации выбраны средства разработки приложений: связка MSVC2005 для серверной части и Java для клиентской. Произведена кодировка структуры и алгоритмов основных блоков управления.

## **Секция 5. Фундаментальные исследования в целях развития ядерно-физических методик для нужд атомной энергетики, медицины и промышленности**

### **5.01. ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНООБЪЕКТОВ ПУСТОТЫ В НАНОМАТЕРИАЛАХ ПОЗИТРОННЫМ МЕТОДОМ**

*С.А. Гаврилов<sup>1</sup>, В.И. Графутин<sup>2</sup>, Л.М. Павлова<sup>1</sup>,  
Е.П. Прокопьев<sup>2</sup>, С.П. Тимошенко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Московский институт электронной техники (технический университет);*

<sup>2</sup>*Институт теоретической и экспериментальной физики, г.Москва*

Свойства наноматериалов во многом определяются совместным действием связанного между собой каркаса наночастиц, объема атмосферы пустого пространства, состоящего из различных объектов нанопустоты (вакансии, интерфейсы, пустоты, поры и т.д.) и поверхности раздела между каркасом наночастиц и пустотой [1]. Обсуждаются применения метода позитронной аннигиляционной спектроскопии [2], эффективно зондирующего именно нанообъекты пустоты с размерами  $\leq 10$  нм для исследования наноматериалов.

1. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005, с. 270-292.

2. В.И. Графутин, Е.П. Прокопьев // *УФН* 2002, т. 172, №1, с. 67-83.

### **5.02. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРА КРИТИЧНОСТИ В РАМКАХ ПРОЦЕССА РОЖДЕНИЯ И ГИБЕЛИ НЕЙТРОНОВ В ПРИБЛИЖЕНИИ ПРОСТОГО РОСТА**

*Э.А. Рудак, О.И. Ячник*

*Институт физики им.Б.И. Степанова НАН Беларуси, г.Минск*

Для описания различных физических процессов в аналитическом виде в подкритических и критических системах обычно используется формализм марковских ветвящихся процессов [1,2]. Формализм основан на использовании производящих функций  $F(s,t)$ , временная зависимость которых устанавливается с помощью производящей функции  $f(s) - dF(s,t)/dt = f[F(s,t)]$ . Функция  $f(s)$  включает члены типа  $s^n$  вплоть до  $n = 7$ , что делает решение уравнения для  $dF(s,t)/dt$  практически невозможным. Поэтому обычно ограничиваются квадратичной по параметру  $s$  функцией  $f(s)$  и получают соответствующие приближенные решения для  $F(s,t)$ . Процесс рождения и гибели в приближении простого роста по определению описывается квадратичной по параметру  $s$  функцией  $f(s)$ , что позволяет получить точное аналитическое выражение для  $F(s,t)$  и соответственно для среднего значения числа частиц в системе к моменту времени  $t$ , дисперсии. Данная модель использована для определения параметра критичности  $\alpha$  в среднем числе частиц  $e^{\alpha t}$  в подкритических системах.

1. Б.А. Севастьянов. Ветвящиеся процессы (Серия: Теория вероятностей и математическая статистика). М.: Наука, 1971, 436 с.

2. В.И. Дорогов, В.П. Чистяков. Вероятностные модели превращения частиц (Серия: Проблемы науки и технического прогресса). М.: Наука, 1988, 112 с.

### 5.03. УПРУГИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДИСКЕ, ОБЛУЧАЕМОМ ИМПУЛЬСНЫМ ПУЧКОМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

*В.В. Ганн*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Рассмотрена задача о возбуждении радиальных термоупругих волн в круглом диске со свободными границами под действием единичного импульса высокоэнергетических электронов. Методом Дюамеля получено аналитическое решение, описывающее распространение радиальной волны механической разгрузки диска после воздействия на него однородного теплового импульса. Показано, что фокусирование упругой волны в центре диска вызывает усиление термоупругих напряжений в несколько раз, причем коэффициент усиления растет при уменьшении длительности импульса пучка. Найденное аналитическое решение находится в соответствии с результатами [1], ранее полученными численными методами.

1. В.В. Ганн // Тезисы докладов V Конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям. Харьков. 2007, с. 61.

### 5.04. КОНТРОЛЬ СООТНОШЕНИЯ ИЗОТОПОВ БОРА В КАРБИДЕ БОРА С ПОМОЩЬЮ РЕЗЕРФОРДОВСКОГО ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ

*В.Н. Бондаренко, А.В. Гончаров, А.П. Данилов, В.И. Сухоставец,*

*С.Г. Карпуть, В.Р. Татаринцов*

*ИФТТМТ ННЦ ХФТИ*

Известно, что к материалам, используемым в ядерной энергетике, предъявляются повышенные требования, прежде всего к их радиационной, химической, механической и тепловой стойкости. Для ряда материалов важен и контроль изотопного состава элементов. Для изотопного контроля в тестируемых образцах чаще всего используется масс-спектрометрия, которая является разрушающим методом. Метод ядерных реакций обладает высокой чувствительностью, но требует использования образцов-стандартов.

В настоящей работе рассмотрена возможность контроля соотношения изотопов  $^{10}\text{B}$  и  $^{11}\text{B}$  в карбиде бора с помощью спектрометрии упругого рассеяния ионов гелия. Хотя сечения упругого рассеяния ионов гелия на изотопах бора даже при сравнительно низких энергиях (меньше 2 МэВ) испытывают значительные отклонения от формулы Резерфорда, однако в энергетических зависимостях сечений есть отдельные участки, на которых сечения хорошо описываются этой формулой. Это позволяет определять изотопный состав бора в образцах без применения стандартов.

Исследуемые образцы карбида бора приготавливались из порошка методом горячего прессования. Измерения проводились на ускорителе “Сокол” ННЦ ХФТИ при энергии ионов гелия 1,4 МэВ. Спектры упруго рассеянных ионов измерялись с помощью PIPS-детектора с разрешением 13 кэВ и стандартной спектрометрической аппаратуры.

#### 5.05. РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОСЛІДНИЦЬКОГО РЕАКТОРА ВВР-М ЯК ДЖЕРЕЛА НЕЙТРОНІВ

*П.М. Ворона, В.Ф. Разбудей*

*Інститут ядерних досліджень НАН України, м.Київ*

Проведено розрахунково-аналітичні дослідження характеристик нейтронного випромінювання дослідницького реактора ВВР-М ІЯД НАНУ, який є базовою ядерно-фізичною установкою для наукових досліджень та прикладних розробок в Україні. Розрахунки виконано методом статистичних випробувань (метод Монте-Карло) з використанням комп'ютерної програми MCNP-4с. Одержані результати включають дані по величинах щільності нейтронних потоків, нормованих на потужність реактора 10 МВт, а також по їх спектральному складу. Розрахунки виконано для реальної конфігурації активної зони з фіксованим розташуванням всіх пристроїв, як конструкційно закладених, так і додатково створених в реакторі для роботи з нейтронами. Приводяться дані для вертикальних експериментальних каналів, змонтованих в берилієвому відбивачі, у водяних порожнинах в активній зоні, в графітових блоках теплової колони, а також на виході горизонтальних експериментальних каналів. Одержані результати дозволяють попередньо проаналізувати технічні можливості проведення конкретних експериментів та вибрати оптимальні умови їх реалізації.

Робота виконана в рамках програми проекту УНТЦ № Uz-25.

#### 5.06. РЕЖИМЫ С ОБОСТРЕНИЕМ В УРАН-ПЛУТОНИЕВОЙ ДЕЛЯЩЕЙСЯ СРЕДЕ

*В.Д. Русов, В.А. Тарасов, Т.Л. Бориков, С.А. Чернеженко,  
Т.В. Крыжановская, Д.Н. Саранюк, Д.С. Власенко*  
*Одесский национальный политехнический университет*

Сегодня в связи с открытием геореактора [1], существующего в виде волны медленного ядерного горения в уран-плутониевой делящейся среде на границе жидких и твердых фаз Земного ядра, становится крайне актуальным исследование его кинетики при температурах вплоть до 6000К и давлениях порядка  $10^6$  атмосфер. Реализация режимов с обострением Курдюмова в уран-плутониевой делящейся среде может существенным образом повлиять на кинетику ядерных реакторов, в том числе и перспективных быстрых уран-плутониевых реакторов IV поколения (реактор типа Л.П. Феоктистова). Для уран-плутониевой делящейся среды получены расчетные зависимости плотности теплового источника от температуры делящейся среды при



различных концентрациях плутония. Получены предварительные решения уравнения теплопереноса для уран-плутонивой делящейся среды для технических реакторов, подтверждающие возможность реализации режимов с обострением. Представленные результаты указывают на возможность локальных расплавлений уран-плутонивой делящейся среды. Получены также решения уравнения теплопереноса для уран-плутонивой делящейся среды для геореактора, подтверждающие возможность реализации режимов с обострением. Показано, что в уран-плутонивой делящейся среде геореактора, реализуется LS – режим, при котором за время порядка 5-10 с достигаются локальные температуры достаточные для протекания реакций термоядерного синтеза ядер  ${}^3_2\text{He}$  и  ${}^4_2\text{He}$ .

1. V.D. Rusov, V.N. Pavlovich, V.N. Vashenko, V.A. Tarasov et al. Geantineutrino spectrum and slow nuclear burning on the boundary of the liquid and solid phases of the Earth's core // *Journal of Geophysical Research* 2007, v. 112, B09203, doi: 10.1029/2005JB004212, p. 1-16.

#### 5.07. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРОТКОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

С.К. Андрухович<sup>1</sup>, С.В. Корнеев<sup>2</sup>, Б.А. Марцынкевич<sup>1</sup>,  
А.С. Степанов<sup>2</sup>, А.М. Хильманович<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт физики им.Б.И. Степанова НАН Беларуси, г.Минск;

<sup>2</sup>Объединенный институт энергетических и ядерных исследований-Сосны  
НАН Беларуси, г.Минск

В известном активационном методе измерения спектра нейтронов ядерно-физических установок используются радионуклиды с  $T_{1/2} \geq 1$  час, образующиеся в ядерных реакциях, имеющих различные энергетические пороги. После облучения активационных детекторов (обычно металлических фольг) в поле нейтронов в течение времени более 1 часа проводится последовательное измерение спектров  $\gamma$ -излучения. Такие длительные облучения имеют интегральный по времени характер и не позволяют в случае необходимости проследить изменения спектра нейтронов.

В настоящей работе исследуется возможность использования радионуклидов с малыми периодами полураспада:  $5 \text{ с} \leq T_{1/2} \leq 5 \text{ мин}$ . Использование ядерных реакций с образованием радионуклидов с малыми периодами полураспада позволяет приблизить активационный метод к *on line* варианту. Такой подход используется для измерения потока генератора нейтронов как функции времени по  $\gamma$ -излучению, возникающему в результате взаимодействия нейтронов с кислородом воды из  ${}^{16}\text{O}(n, p){}^{16}\text{N}$ .

С этой целью выбран ряд элементов, химические соединения которых (соли и др.) растворимы в воде. Растворы веществ циркулируют по трубопроводам между местом облучения нейтронами, детектором  $\gamma$ -излучения и реверсивной емкостью. В работе определяются требуемые

параметры установки: эффективность регистрации и разрешающая способность  $\gamma$ -спектрометра, скорость прокачки раствора, минимальный поток нейтронов.

#### 5.08. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНЫ ДЕЛЕНИЙ В ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MCNPX

*А.В. Ганн, В.В. Ганн*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

С использованием программы MCNPX проведено моделирование нейтронной кинетики в подкритической сборке, управляемой внешним источником нейтронов на базе линейного ускорителя электронов. Изучено распространение зоны делений от источника вдоль твэла при включении пучка, и исследован процесс релаксации нейтронных потоков при выключении пучка. Наблюдаются две стадии распространения волны делений: первая, занимающая  $10^{-5}$  с, обусловлена делением ядер быстрыми нейтронами, а вторая, длительностью 0.1 с, связана с развитием процессов на тепловых нейтронах. Проведено моделирование эволюции нейтронных полей, вызванных единичным импульсом электронного пучка длительностью 3 мкс. Показано, что за это время волна не успевает добежать до концов твэла, и это приводит к сильной пространственно-временной неоднородности энерговыделения в твэле. Полученные результаты качественно согласуются с ранее полученными в рамках двухгруппового приближения решениями уравнений нейтронной кинетики для подкритической системы.

#### 5.09. ИДЕНТИФИКАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ НЕЙТРОНОВ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

*С.В. Корнеев<sup>1</sup>, О.И. Ломоносов<sup>1</sup>, Б.А. Марцынкевич<sup>2</sup>, А.М. Хильманович<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Объединенный институт энергетических и ядерных исследований -*

*Сосны НАН Беларуси, г.Минск;*

*<sup>2</sup>Институт физики им.Б.И. Степанова НАН Беларуси, г.Минск*

В работе исследуются характеристики стационарной установки с использованием в качестве источника генератора нейтронов или ампульного источника для измерения относительного содержания органических элементов (H, C, N, O) в исследуемом веществе. Рассматривается вариант одновременной регистрации с помощью полупроводникового германиевого спектрометра  $\gamma$ -излучения, возникающего в результате ядерных реакций на быстрых и медленных нейтронах.

В качестве характеристики, позволяющей идентифицировать исследуемое вещество, используется коэффициент корреляции между экспериментально найденными значениями относительного содержания органических элементов и аналогичными значениями ряда опасных и вредных веществ.

5.10. О ПЕРВОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ТРАНСМУТАЦИИ I-129, Np-237, Pu-238,239 НА УСТАНОВКЕ  
«СВИНЦОВАЯ МИШЕНЬ ПЛЮС ГРАФИТОВЫЙ ЗАМЕДЛИТЕЛЬ»,  
ОБЛУЧАЕМОЙ ПУЧКОМ ДЕЙТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 2,33 ГэВ  
НУКЛОТРОНА ЛВЭ ОИЯИ

*С.В. Корнеев<sup>1</sup>, И.В. Жук<sup>1</sup>, А.С. Потапенко<sup>1</sup>,  
В.М. Головатюк<sup>2</sup>, В.С. Пронских<sup>2</sup>, И. Адам<sup>2</sup>, К. Катовски<sup>2</sup>,  
В.М. Цупко-Ситников<sup>2</sup>, М.И. Кривоустов<sup>2</sup>, В. Вестмайер<sup>3</sup>,  
А.М. Хильманович<sup>4</sup>, Б.А. Марцынкевич<sup>4</sup>, Т.Н. Корбут<sup>4</sup>,  
В.А. Воронко<sup>5</sup>, В.В. Сотников<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>*Объединенный институт энергетических и ядерных исследований -  
Сосны НАН Беларуси, г.Минск, Беларусь;*

<sup>2</sup>*Объединенный институт ядерных исследований, г.Дубна, Россия;*

<sup>3</sup>*Филиппс Университет FB 15, г.Марбург, Германия;*

<sup>4</sup>*Институт физики им.Б.И.Степанова НАН Беларуси, г.Минск, Беларусь;*

<sup>5</sup>*ИНЦ “Харьковский физико-технический институт”, Украина*

В работе представлены результаты определения пространственных распределений тепловых и быстрых нейтронов в установке «свинцовая мишень + графитовый замедлитель», облучаемой пучком релятивистских дейтронов с энергией 2,33 ГэВ Нуклотрона ЛВЭ ОИЯИ (г. Дубна). Описывается конструкция установки и приводятся результаты исследования ее ядерно-физических характеристик. Размеры установки составляют 1100×1100×600 мм. Установка собрана из графитовых блоков реакторной чистоты размерами 250×250×600 мм и 200×200×600 мм. В центре установки вдоль оси *OZ* расположена свинцовая нейтронообразующая мишень диаметром 80 мм и длиной 600 мм.

Образцы актинидов и йода (3 комплекта) размещались в графитовом замедлителе на различных расстояниях от оси пучка дейтронов. Скорости трансмутации оценивались по измеренным активностям продуктов ( $n,\gamma$ ) и ( $n,f$ ) реакций на указанных изотопах. С помощью активационных пороговых детекторов (Al, V, Cu, Co, Y, In, I, Ta, Au, W, Bi и др.) и твердотельных трековых детекторов получены пространственные распределения тепловых и быстрых нейтронов в замедлителе.

5.11. УСТОЙЧИВОСТЬ ТРЕЩИН НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ  
“МЕТАЛЛ + НАГРУЗКА + ОБЛУЧЕНИЕ”

*В.Д. Русов, В.А. Тарасов, Т.Л. Бориков*

*Одесский национальный политехнический университет*

Описаны новые энергетические подходы к исследованию трещиностойкости сложных систем типа “металл + нагрузка + облучение”. Разработана математическая модель трещины в материалах находящихся под жёстким нейтронным облучением, а также в делящейся уран-плутониевой среде. Исследованы зависимости критических размеров трещины от

основных термодинамических параметров. Сделаны первые оценки безопасных в отношении трещиностойкости режимов работы реакторов. Полученные результаты сравниваются с известными экспериментальными данными.

1. В.А. Тарасов. Математическое моделирование радиационной ползучести реакторного топлива на примере урана и его сплавов // *ВАНТ Серия ФРИ и РМ (79) 2001, №2, с. 23-30.*

2. В. Русов, В. Тарасов, Т. Борилов. Пружно-пластичний розвиток тріщини в разі опромінення і циклічних навантажень, зумовлених термоакустичною нестійкістю теплоносія в активній зоні // *Вісник Львівського університету. Серія фізична 2005, вип. 38, ч. 2, с. 288-293.*

### 5.12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСИ ЖЕЛЕЗА В МАТЕРИАЛАХ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ НА ОСНОВЕ ТЕТРАФТОРИДА ЦИРКОНИЯ

*В.В. Левенец, А.П. Омельник, А.А. Щур, Е.А. Чернов*

*Институт физики твердого тела, материаловедения и технологий  
ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Фторцирконатные стекла обладают большим диапазоном прозрачности, низким уровнем оптических потерь и широко используются в волоконной оптике. Основным компонентом таких стекол является высокочистый тетрафторид циркония. Однако наличие в нем ионов железа сильно влияет на коэффициент поглощения проходящего электромагнитного излучения, вызывая затухание в диапазоне 1,06...1,60 мкм. Даже после двух- и трехкратной сублимационной очистки тетрафторида циркония содержание этой примеси не уменьшается.

Широкополосный фильтр рентгеновского излучения из пиролитического графита был использован для избирательного выделения линии  $Fe_{K\alpha}$  при определении содержания железа в тетрафториде циркония на уровне  $10^{-5}\%$ . Неразрушающий контроль осуществлялся на выпущенном в атмосферу пучке протонов. Приведены результаты исследования свойств фильтра и возможностей метода ХРИ с его применением.

### 5.13. КОМПАКТНЫЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ ТРАКТ ДЛЯ МНОГОДЕТЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

*В.Г. Батий, Н.А. Кочнев, И.М. Прохорец, М.А. Хажмурадов*

*ННЦ "Харьковский физико-технический институт"*

При разработке многодетекторной установки для измерения угловых распределений гамма-излучения в полевых условиях одним из важнейших аспектов является разработка компактного спектрометрического тракта, характеризующегося малым энергопотреблением, электромагнитной совместимостью частей и энергонезависимым хранением информации.

Проведена работа по разработке электронных схем, удовлетворяющих этим условиям. Разработана принципиальная схема и изготовлен пилотный

экземпляр полного спектрометрического тракта, обеспечивающего полное преобразование сигнала с CZT-детектора в цифровую форму для дальнейшей компьютерной обработки. Электронная схема структурно состоит из: предварительного усилителя, пикового детектора, аналого-цифрового преобразователя, микроконтроллера и энергонезависимой памяти.

Современные электронные компоненты позволили значительно уменьшить энергопотребление и габариты схемы, что позволило конструктивно выполнить схему в одноплатном малогабаритном варианте. Также это значительно улучшило помехозащищенность всего тракта.

Проведены тестовые измерения сигналов генератора постоянной амплитуды и CZT-детектора.

Работа выполнена в рамках программы проекта УНТЦ №3511.

#### 5.14. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ УПАКОВОК С ВЫСОКОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*В.Г. Батий<sup>1</sup>, В.В. Егоров<sup>1</sup>, О.А. Кафтанина<sup>1</sup>, А.И. Стоянов<sup>1</sup>,  
Е.В. Рудычев<sup>2</sup>, В.В. Селюкова<sup>2</sup>, Д.В. Федорченко<sup>2</sup>, М.А. Хажмурадов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт проблем безопасности атомных электростанций НАН Украины,  
г.Чернобыль; <sup>2</sup>ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Для разработки технических требований к методам радиационного контроля за хранением и перемещением упаковок с высокоактивными отходами были разработаны математические модели упаковок, проведено математическое моделирование прохождения гамма-излучения через материалы упаковочных комплектов, рассчитаны гамма-спектры на поверхности упаковок и значения мощности эквивалентной дозы.

На основании анализа полученных данных получены граничные значения активностей для безопасного транспортирования и хранения высокоактивных отходов в различных упаковочных комплектах, а также определены технические требования к установкам контроля.

Работа выполнена в рамках проекта УНТЦ №3511.

#### 5.15. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ Al-Be-СПЛАВА ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*В.А. Кутовой, А.А. Николаенко, П.И. Стое*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Исследования поверхностного сопротивления несверхпроводящих металлов при криогенных температурах направлены на изучение электрофизических характеристик конструкционных материалов для создания высокоэффективных резонансных высокочастотных систем, работающих при криогенных температурах. В работе приведены результаты исследования поверхностного сопротивления Al, Be, Al-Be-сплава в широком интервале температур (300...4,2 К). Исследования проводились на

цилиндрических резонаторах, тип волны  $H_{111}$ , частота 5 ГГц. Изучалась температурная зависимость поверхностного сопротивления и добротности резонаторов с различной чистотой Al-компоненты, а также электронно-микроскопическая структура Al-Be-сплава.

Показано, что полировка и термообработка токопроводящей поверхности создает эффективную структуру, которая характеризуется низкой плотностью дислокаций и уровнем напряжений. Алюминий-бериллиевый сплав имеет поверхностное сопротивление в районе азотных температур ниже, чем поверхностное сопротивление исходных компонент (Al, Be) и может успешно применяться в качестве конструкционного материала для изготовления резонансных высокочастотных систем, работающих в широком диапазоне температур 50...4,2 К. Это позволит сократить расходы дорогостоящих криогенных жидкостей, уменьшить эксплуатационные расходы.

#### 5.16. ИЗОМЕРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ПРОДУКТОВ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ НА ЯДРАХ ЖЕЛЕЗА, ЦИРКОНИЯ, СЕРЕБРА И ИНДИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ ГАММА-КВАНТОВ ВЫШЕ 35 МэВ

*О.А. Бесшейко<sup>1</sup>, А.Н. Водин<sup>2</sup>, Л.А. Голинка-Бесшейко<sup>1</sup>, А.Н. Довбня<sup>2</sup>,  
И.Н. Каденко<sup>1</sup>, И.С. Кулаков<sup>1</sup>, В.А. Кушнир<sup>3</sup>, В.В. Митроченко<sup>3</sup>,  
С.Н. Олейник<sup>2</sup>, Г.Э. Туллер<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев*

<sup>2</sup>*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

<sup>3</sup>*НИК "Ускоритель" ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

Проведены измерения изомерных отношений продуктов фотоядерных реакций на ядрах железа, циркония, серебра и индия с множественным вылетом частиц при облучении исследуемых образцов  $\gamma$ -квантами с энергий выше гигантского дипольного резонанса. Облучение проводилось  $\gamma$ -квантами тормозного спектра линейного ускорителя электронов ЛУ-40 НИК «Ускоритель» ННЦ ХФТИ в диапазоне энергий электронов от 33 до 100 МэВ. В качестве тормозной мишени использовался тантал толщиной 1,05 мм. Энергетическое разрешение пучка электронов было не хуже 1% при среднем токе 3,8...5,3 мкА. Проводилось облучение образцов циркония, серебра, индия, а также железа, обогащенного изотопом  $^{54}\text{Fe}$ . Для измерения наведенной активности использовался спектрометр на базе полупроводникового HPGe-детектора с эффективностью 20 %.

Работа частично поддержана грантом ЯМРТ X-9-535.

**Секция 6. Исследования по ядерной физике на пучках электронов и фотонов, в том числе на установках СП-95, «Электрон» и на прямом выходе**

**6.01. ВИЗНАЧЕННЯ ІЗОМЕРНИХ ВІДНОШЕНЬ  
У РЕАКЦІЇ  $(\gamma, p)$  НА ІЗОТОПАХ  $^{112}\text{Sn}$ ,  $^{118}\text{Sn}$**

*В.С. Бохінюк, О.Г. Окунєв, О.М. Парлаг, В.А. Пилипченко, М.Т. Саболчій,  
І.В. Соколюк, І.В. Хіміч*

*Ужгородський національний університет, м.Ужгород*

Отримано енергетичну залежність ізомерного відношення виходів реакцій  $^{112}\text{Sn}(\gamma, p)^{111}\text{In}^{\text{m.g}}$  та  $^{118}\text{Sn}(\gamma, p)^{117}\text{In}^{\text{m.g}}$  в області енергій 17-25 МеВ. Як джерело активації використовувався бетатрон Б25/30. У розрахунках ізомерних відношень прийнято до уваги внесок конкуруючої реакції  $^{112}\text{Sn}(\gamma, n)^{111}\text{Sn}$ , продукт якої через  $\beta^+$ -розпад та  $e^-$ -захоплення перетворюється на ядро  $^{111}\text{In}^{\text{m.g}}$ .

**6.02. ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ ІЗОМЕРНИХ СТАНІВ  
У РЕАКЦІЯХ  $(\gamma, \gamma')$ ,  $(\gamma, n)$  НА ІЗОТОПАХ In**

*В.С. Бохінюк, О.Г. Окунєв, О.М. Парлаг,  
М.Т. Саболчій, І.В. Соколюк, О.М. Фрадкін*

*Ужгородський національний університет, м.Ужгород*

На гальмівних пучках мікротрона М-10 і бетатрона Б25/30 в області енергій 7-25 МеВ з кроком 0,5 МеВ проведено вимірювання виходів реакцій  $^{113}\text{In}(\gamma, \gamma')^{113}\text{In}^{\text{m}}$ ,  $^{115}\text{In}(\gamma, \gamma')^{115}\text{In}^{\text{m}}$ ,  $^{113}\text{In}(\gamma, n)^{112}\text{In}^{\text{m.g}}$ ,  $^{115}\text{In}(\gamma, n)^{114}\text{In}^{\text{m}}$ .

Розраховано ізомерні відношення виходів  $^{112}\text{In}^{\text{m}}/^{112}\text{In}^{\text{g}}$  та методом оберненої матриці ефективні перерізи реакцій  $^{113}\text{In}(\gamma, \gamma')^{113}\text{In}^{\text{m}}$ ,  $^{115}\text{In}(\gamma, n)^{114}\text{In}^{\text{m}}$ .

Отримані результати порівнюються з даними інших авторів.

**6.03. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВХІДНОГО КАНАЛУ РЕАКЦІЇ ПОДІЛУ  
НА ВІДНОСНІ ВИХОДИ УЛАМКІВ**

*В.С. Бохінюк, І.І. Гайсак, О.Г. Окунєв, А.П. Осипенко, В.А. Пилипченко,  
М.Т. Саболчій, О.М. Фрадкін, І.В. Хіміч*

*Ужгородський національний університет, м.Ужгород*

Розроблена методика та проведено вимірювання в одній експозиції відношень кумулятивних виходів уламків  $^{92}\text{Sr}$ ,  $^{134}\text{Te}$  та ін. із реакцій фотоподілу  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{235}\text{U}$  та поділу  $^{235}\text{U}$  тепловими нейтронами при різних енергіях гальмівного спектру поблизу порогу фотоподілу. Використано  $\gamma$ -спектрометричний метод [1,2] визначення виходів уламків фотоподілу урану відносно виходів тих же уламків у реакції поділу  $^{235}\text{U}(n_{\text{тепл}}, f)$ .

Результаты, одержані в інтервалі максимальних енергій  $\gamma$ -квантів від 7,2 до 8,2 МеВ, вказують на можливість впливу на виходи уламків наявності кластерів у подільних ядрах.

1. В.С. Бохінюк, А.П. Осипенко, В.А. Пилипченко, І.В. Хіміч // *Збірник тез Міжнар. конф. НРАЕ-Київ2006, Київ, 2006, с. 74-75.*

2. О.О. Парлаг. Кумулятивні виходи уламків фотоподілу  $^{237}\text{Np}$  // *Матеріали Міжнар. конф. НРАЕ-Київ2006, Київ, 2007, с. 369-372.*

#### 6.04. ВЫХОДЫ ОСКОЛКОВ ФОТОДЕЛЕНИЯ $^{237}\text{Np}$

О.О. Парла<sup>1</sup>, В.Т. Маслюк<sup>1</sup>, А.И. Лендел<sup>1</sup>, Ю.В. Кибкало<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород;

<sup>2</sup>Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев

*nuclear@email.uz.ua*

Измерены методом полупроводниковой гамма-спектрскопии [1] относительные кумулятивные выходы 26 осколков для 19 массовых цепочек фотоделения  $^{237}\text{Np}$  при максимальных энергиях тормозного излучения 14.5 и 15 МэВ. Облучение мишеней  $^{237}\text{Np}$  проводилось на микротроне М-30 ИЭФ НАН Украины.

Используя полуэмпирическую формулу для распределения средних зарядов осколков с данным массовым числом [2], рассчитаны полные выходы продуктов деления, просуммированные по всей массовой цепочке. В полученном массовом распределении тяжелых осколков фотоделения  $^{237}\text{Np}$  наблюдается повышенный выход продуктов деления в районе масс 133...134, 138...140 и 143...154, что согласуется с существующими экспериментальными данными, полученными с использованием аналогичной методики исследований, для реакции  $^{237}\text{Np}(n,f)$  [3]. Наблюдаемые особенности в выходах осколков могут быть связаны со сферической  $82n$  и деформированными  $86n...88n$  оболочками делящегося ядра [3].

1. O. Parlag // *Proceeding of NPAE-Kyiv 2006, part II*, p. 829-832.

2. Ю.П. Гангрский, Б. Далхсурен, Б.Н. Марков. Осколки деления ядер. М.: Энергоатомиздат, 1986.

3. R. Iyer, H. Naik, A. Pandey et al. // *Nucl. Sci. Eng.* 2000, v. 135, p. 227-245.

#### 6.05. РЕЗОНАНСНОЕ РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОНА НА МЮОНЕ В ПОЛЕ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

В.Н. Недорешта, А.И. Ворошило, С.П. Роцупкин

Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы

В борновском приближении в общем релятивистском случае теоретически изучен процесс резонансного рассеяния электрона на мюоне в поле эллиптически-поляризованной электромагнитной волны. Определена кинематика резонансного протекания процесса. Показано, что в условиях



резонанса рассеяние электрона на мюоне эффективно распадается на два процесса первого порядка по постоянной тонкой структуры: излучение (поглощение) электроном промежуточного фотона в поле волны и поглощение (излучение) мюоном промежуточного фотона в поле волны. Получено общее релятивистское выражение для резонансного дифференциального сечения рассеяния электрона на мюоне в области слабых полей. Показано, что резонансное сечение может на несколько порядков превышать сечение такого же процесса в отсутствии внешнего поля.

#### 6.06. УСИЛЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ РАССЕЯНИИ КВАЗИКЛАССИЧЕСКИ МЕДЛЕННОГО ЭЛЕКТРОНА НА ИОНЕ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СРЕДНЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

*А.В. Фреив, С.П. Рошупкин*

*Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы*

Изучена возможность усиления электромагнитного поля в процессе рассеяния квазиклассически медленного электрона на ионе в поле средней линейно поляризованной электромагнитной волны. Получено выражение для полного сечения (коэффициента усиления) в довольно широком диапазоне значений параметра адиабатичности  $\xi$ . Показано, что усиление электромагнитного излучения имеет место, когда параметр адиабатичности превышает некоторое критическое значение равное, примерно, двум ( $\xi > \xi_* = 1,98$ ). Проведены оценки коэффициента усиления, которые показывают возможность значительного усиления электромагнитного излучения.

#### 6.07. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОНЕЙТРОННЫХ РЕАКЦИЙ

*Д.М. Симочко, В.М. Мазур, Т.И. Маринец, М.В. Гошовский*

*Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород*

Изучение фотонейтронных реакций и процессов заселения основных и изомерных состояний дочерних ядер в области энергий 4...8 МэВ позволяет пролить дополнительный свет как на механизм возбуждения, так и на процессы распада состояний гигантского дипольного резонанса (ГР). Накопление информации о функции плотности ядерных уровней в области энергий выше 3...4 МэВ идет достаточно медленно. Поэтому информация, полученная из анализа поведения изомерных отношений, может быть весьма полезна.

В работе проведены расчёты сечений и изомерных отношений полученных в реакциях  $(\gamma, n)^m$  для ядер  $^{85}\text{Rb}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{110}\text{Pd}$ ,  $^{113}\text{In}$ ,  $^{112}\text{Cd}$  с применением программного пакета TALYS-0.72 в интервале энергий ГР. При этом использовались следующие модели плотности уровней: смещённая по энергии модель ферми-газа, модель ферми-газа с постоянной температурой

(модель Гильберта-Камерона). Для обеих моделей рассматривалось влияние поправки на учет коллективных степеней свободы. Проведен сравнительный анализ данных между собой и сопоставление с экспериментальными данными.

#### 6.08. МАССОВЫЕ (ЗАРЯДОВЫЕ) ВЫХОДЫ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ ЯДЕРНОЙ МАТЕРИИ

*В.Т. Маслюк, О.О. Парлаг, А.И. Лендел, Т.Й. Маринец  
Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород  
nuclear@email.uz.ua*

Обсуждается проблема систематизации осколков деления (представления, модели) тяжелых ядер для различных механизмов возбуждения. Показана возможность описания особенностей массовых (зарядовых) спектров осколков деления в рамках термодинамического метода, рассматривающего деление как фазовое превращение ядерной материи. Обсуждается роль стохастических факторов, обусловленных малостью числа частиц ядерной системы.

Работа выполнена при частичной поддержке договора №40 ННЦ ХФТИ НАН Украины.

#### 6.09. ВОЗБУЖДЕНИЕ ИЗОМЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ ИЗОТОПОВ РУБИДИЯ-84,86 В РЕАКЦИЯХ ЯДЕР ( $\gamma, n$ )

*В.М. Мазур, З.М. Биган, Д.М. Симочко  
Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород*

Методом наведенной активности исследована зависимость изомерных отношений выходов  $d=Y_m/Y_g$  для реакций  $^{85}\text{Rb}(\gamma, n)^{84m,g}\text{Rb}$  и  $^{87}\text{Rb}(\gamma, n)^{86m,g}\text{Rb}$  от изменения максимальной энергии тормозного излучения  $E_{\gamma\text{max}}$  в области энергий 10...18 МэВ с шагом  $\Delta E=0,5$  МэВ. Исследования проводились на микротроне М-30 ИЭФ НАН Украины. Для получения пучка тормозных гамма-квантов использовалась танталовая мишень толщиной 1мм. Наведенная гамма-активность измерялась гамма-спектрометром с полупроводниковым детектором объемом 100 см<sup>3</sup> и разрешением 3,5 кэВ для гамма-линий кобальта-60.

Идентификация заселения изомерного ( $J_m^\pi = 6^-, T_{1/2}=20,26$  мин) и основного ( $J_g^\pi = 2^-, T_{1/2}=32,9$  сут.) уровней изотопа  $^{84}\text{Rb}$  осуществлялась по гамма-линиям 464 и 881 кэВ соответственно. Идентификация изомерного состояния  $^{86m}\text{Rb}$  ( $J_m^\pi = 6^-, T_{1/2}=1,2$  мин) и основного  $^{86g}\text{Rb}$  ( $J_g^\pi = 2^-, T_{1/2}=18,6$  сут.) – линиям 555,6 и 1078,8 кэВ. При энергии  $E_{\gamma\text{max}}=12,0$  МэВ для реакции  $^{85}\text{Rb}(\gamma, n)^{84m,g}\text{Rb}$  изомерное отношение  $d$  составило 0,1, для реакции  $^{87}\text{Rb}(\gamma, n)^{86m,g}\text{Rb}$   $d=0,02$ , а при  $E_{\gamma\text{max}}=18,0$  МэВ  $d=0,2$ ,  $d=0,08$  соответственно.

## 6.10. КВАЗИУПРУГОЕ РАССЕЙЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ ГИГАНТСКИХ РЕЗОНАНСОВ

*В.В. Деняк<sup>1</sup>, В.М. Хвастунов<sup>1</sup>, С.А. Пащук<sup>2</sup>, У.Р. Счелин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*ННЦ "Харьковский физико-технический институт", Украина;*

<sup>2</sup>*Федеральный технологический университет штата Парана, Куритиба,  
Бразилия*

Предложенный ранее метод разделения дифференциального сечения рассеяния электронов на квазиупругую и резонансную части в области энергий гигантских резонансов [1] был применён для анализа спектров рассеянных на ядре <sup>63</sup>Си электронов. Получены спектры квазиупруго рассеянных электронов, определены положения максимумов квазиупругих пиков и вычислено значение сдвига максимума квазиупругого пика относительно кинематики рассеяния на свободном нуклоне в диапазоне переданных импульсов  $q = 0,5 \dots 1,2 \text{ фм}^{-1}$ .

1. В.В. Деняк, В.М. Хвастунов, С.А. Пащук, У.Р. Счелин. Квазиупругое рассеяние электронов в области энергий гигантских резонансов // *Ядерная физика* 2007, т. 70, № 12, с. 1-6.

## 6.11. ФОТОВОЗБУЖДЕНИЕ ГАФНИЯ И ТАНТАЛА НА МИКРОТРОНЕ М-30

*В.Т. Маслюк, О.О. Парлаг, А.И. Лендел, Т.И. Маринец*

*Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород  
nuclear@email.uz.ua*

Методом полупроводниковой гамма-спектроскопии получены спектры наведенной активности образцов химических элементов гафния и тантала при различных временах облучения, выдержке и измерение для оптимизации режимов изучения изомерных состояний. Приводятся данные расчета массовых (зарядовых) спектров осколков деления изотопов Hf, Ta при различных энергиях возбуждения исходного ядра.

Работа выполнена в рамках договора № 40 ННЦ ХФТИ НАН Украины.

## 6.12. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГАНТСКИХ РЕЗОНАНСОВ ЯДРА <sup>6</sup>Li В ДИАПАЗОНЕ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСОВ 0,75...1,30 фм<sup>-1</sup> С ПОМОЩЬЮ ПОЛОСКОВОГО МУЛЬТИПОЛЬНОГО АНАЛИЗА

*И.С. Тимченко, А.Ю. Буки*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В работе на основе данных электроядерного эксперимента исследуются гигантские резонансы ядра <sup>6</sup>Li. Используемые экспериментальные данные получены на линейном ускорителе электронов ЛУЭ-300 ННЦ ХФТИ при начальной энергии электронов  $E_0 = 259 \text{ МэВ}$  и углах рассеяния в диапазоне  $\theta = 34^{\circ}10' \dots 60^{\circ}30'$ .

В результате обработки данных выделены по методу полоскового мультипольного анализа [1] зависимости вкладов в сечение мультиполей  $\lambda = 1, 2, 3$  от энергии возбуждения ядра. Анализ этих зависимостей позволил впервые определить кулоновский характер возбуждения и мультипольность ранее известных уровней с энергией возбуждения 4,31 МэВ; 5,65 МэВ; 15,80 МэВ; 17,99 МэВ и суммы уровней 24,78 и 24,89 МэВ [2]. Кроме этого обнаружен новый уровень при энергии возбуждения 10,3 МэВ с мультипольностью  $\lambda = 2$ .

1. V.V. Denyak, V.M. Khvastunov, S.A. Paschuk, H.R. Shelin. The method of scattered electron spectrum division into resonance and quasiclastic parts in the energy region of giant resonances // *Problems of atomic science and technology* 2005, Vol. 45, №6, p. 21-23.

2. R.B. Firestone, J. Tauren. "www Table of Nuclear structure" Version 1.0b, December, 2003 // <http://ie.lbl.gov/TOI2003/index.asp>.

#### 6.13. ФУНКЦИИ ОТКЛИКА ЯДРА ${}^7\text{Li}$ ПРИ ПЕРЕДАННОМ 3-ИМПУЛЬСЕ

$$q = 1,250 \dots 1,625 \text{ фм}^{-1}$$

*А.Ю. Буки, Н.Г. Шевченко, И.С. Тимченко*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Обработаны данные измерений, полученные на экспериментальной установке СП-95 ускорителя ЛУЭ-300 при начальной энергии электронов 259 МэВ и углах рассеяния  $60^\circ 30'$ ,  $68^\circ$ ,  $78^\circ$ ,  $94^\circ 10'$ , а также при энергиях 129, 159, 179, 203, 233 МэВ и угле рассеяния  $160^\circ$ .

Основываясь на этих данных, с помощью уравнения Розенблюта [1] и интерполяционных процедур, описанных в работе [2], впервые определены значения поперечной и продольной функций отклика ядра  ${}^7\text{Li}$ . Функции отклика найдены в виде зависимости от переданной энергии для четырёх постоянных значений переданного 3-импульса:  $q = 1,250; 1,375; 1,500; 1,625 \text{ фм}^{-1}$ . Изучено асимптотическое поведение функции отклика при больших переданных энергиях.

1. T. de Forest, J.D. Walecka. Electron Scattering and Nuclear Structure // *Adv. Phys.* 1966, v. 15, n. 57, p. 1-109.

2. А.Ю. Буки, Н.Г. Шевченко, В.Н. Полищук, А.А. Хомич. Поперечный момент функции отклика ядра  ${}^4\text{He}$  в интервале переданных импульсов  $0,75 \dots 1,50 \text{ фм}^{-1}$  // *ЯФ* 1995, т. 58, №8, с. 1353-1361.

#### 6.14. О ДВИЖЕНИИ ЭЛЕКТРОНА В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

*Ю.А. Аминов*

*Физико-технический институт низких температур*

*им.Б.И. Веркина НАН Украины, г.Харьков*

Рассматривается движение заряженной точечной частицы, например, электрона, в постоянном магнитном поле вдоль винтовой линии. В рамках

классической электродинамики возникающее электромагнитное излучение описывается формулой (19.17) из [1]. Автором доклада введено понятие поверхности нулевого излучения  $\Psi(Q_1)$  электрона  $Q_1$  и понятие сопряженного к  $Q_1$  электрона  $Q_2$ . В работе [2] доказана Теорема:

*Для каждого движущегося в постоянном магнитном поле электрона на каждой поверхности нулевого излучения существует и только один второй электрон (сопряженный) такой, что в процессе движения они одновременно находятся на прямой нулевого излучения друг друга.*

Поверхности нулевого излучения  $Q_1$  и  $Q_2$  совпадают. Обе траектории электронов  $Q_1$  и  $Q_2$  являются асимптотическими линиями на поверхности нулевого излучения  $\Psi(Q_1)$ . Найдено расстояние между сопряженными электронами. Изучено излучение третьего электрона  $Q_3$ , который движется по стрикционной линии (центральной линии) поверхности нулевого излучения  $\Psi(Q_1)$ . На этой поверхности стрикционная линия является геодезической. Доказана когерентность движения электронов на поверхности нулевого излучения.

1. В. Пановский, М. Филипс. Классическая электродинамика. М.: ГИФМЛ, 1963.

2. Ю.А. Аминов. О физической интерпретации некоторых линейчатых поверхностей в ЕЗ с помощью движения точечного заряда // *Мат.сб.* 2006, т. 197, № 12, с. 3-10.

## 6.15. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ С ЯДРОМ

### ТАНТАЛА

Ю.Н. Ранюк<sup>1</sup>, С.С. Кандыбей<sup>1</sup>, В.И. Кирищук<sup>2</sup>,

О.С. Шевченко<sup>1</sup>, А.Н. Довбня<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ННЦ “Харьковский физико-технический институт”;

<sup>2</sup>Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев

Активационной методикой исследован образец тантала, служивший тормозной мишенью на линейном ускорителе электронов с энергией 1 ГэВ Харьковского физико-технического института в период 1965–1970гг. Идентифицированы образовавшиеся в фото- и электроядерных реакциях на ядре тантала долгоживущие радиоактивные изотопы <sup>133</sup>Ba, <sup>150</sup>Eu, <sup>152</sup>Eu, <sup>172</sup>Lu, <sup>173</sup>Lu, <sup>174</sup>Lu, <sup>172</sup>Hf, <sup>178m2</sup>Hf. При помощи коаксиального полупроводникового HPGe-детектора измерено количество этих ядер. Определены выходы и интегральные сечения изотопов <sup>150</sup>Eu, <sup>152</sup>Eu, <sup>174</sup>Lu, <sup>178m2</sup>Hf, которые образовались независимым образом. Приведены результаты сравнения с данными других авторов. Обсуждаются механизмы образования изотопов, наиболее вероятными из которых, по-видимому, являются реакции фотоделения и скалывания.

6.16. ЛЕГКИЕ СКАЛЯРНЫЕ МЕЗОНЫ  
В РАДИАЦИОННЫХ РАСПАДАХ  $\phi(1020)$

*С.А. Ивашин, А.Ю. Корчин*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Наиболее распространенным способом изучения легких скалярных мезонных резонансов (квантовые числа  $J^{PC}=0^{++}$ ) является анализ спектров инвариантной массы  $\pi\pi$ - и  $\pi\eta$ -пар мезонов в распадах  $\phi(1020) \rightarrow \gamma \pi\pi$  [1] и  $\phi(1020) \rightarrow \gamma \pi\eta$  [2]. Здесь вклады распадов скалярных мезонов  $f_0(980) \rightarrow \pi\pi$ ,  $a_0(980) \rightarrow \pi\eta$  являются доминирующими. Мы предлагаем последовательное описание этих спектров на основе лагранжиана резонансной киральной теории взаимодействия мезонов [3], приводим сравнение с экспериментами (ВЭПП-2М, Новосибирск и ДАФНЕ, Фраскати).

1. M.N. Achasov et. al. // *Phys. Lett.* 2000, v. B485, p. 349.
2. M.N. Achasov et. al. // *Phys. Lett.* 2000, v. B479, p. 53.
3. S.A. Ivashyn, A.Yu. Korchin // *Eur.Phys.J.* v.C; arXiv: 0707.2700 (2007).

## **Секция 7. Исследования и разработки ускорителей и накопителей заряженных частиц**

### **7.01. ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА В КАНАЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГЕНЕРАТОРА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «НЕСТОР»**

*В.Е. Иващенко, И.М. Карнаухов, В.И. Троценко, А.А. Щербаков*  
*ННЦ «Харьковский физико-технический институт»*  
*v.ivashchenko@kipt.kharkov.ua*

Для осуществления эффективной инжекции электронного пучка в накопительное кольцо (НК) генератора рентгеновского излучения «НЕСТОР» из линейного ускорителя, необходимо измерять поперечные координаты пучка в канале транспортировки с высокой точностью. В ходе выполнения данной работы был проведен обзор датчиков, которые используются в системах транспортировки источников синхротронного излучения для определения координат пучка.

Рассмотрена возможность использования магнитоиндукционных и электростатических датчиков положения пучка (ДПП), для проведения измерений в канале транспортировки установки «НЕСТОР».

Анализ полученных в работе результатов, позволил определить требования к ДПП для обеспечения необходимой точности измерения положения электронного пучка в камере канала транспортировки, которая должна быть не хуже чем 150 мкм.

### **7.02. ИЗЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОНА В ПОЛЕ ПЛОСКОЙ БЕГУЩЕЙ ЛИНЕЙНО ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ. КЛАССИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

*И.В. Дребот, А.Ю. Зелинский, Ю.Н. Григорьев*  
*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В работе приводится точное решение уравнения Лоренца для электрона в линейно поляризованной электромагнитной волне. Вычислены компоненты скорости покоящегося в начальный момент электрона, обуславливающие увеличение длины волны излучения. Полученная формула для длины волны излучения содержит зависимость длины излучения от начальной фазы электромагнитной волны.

В работе используется принцип соответствия Н. Бора для сравнения полученной формулы длины волны излучения, полученной в рамках классической электродинамики, с формулой А. Комптона. На основе принципа соответствия Бора получена связь постоянной Планка с плотностью энергии излучения в кубе с ребром, равным длине падающей волны.

В работе получена формула зависимости интенсивности излучения от угла и длины волны излучения. Обсуждаются некоторые следствия, вытекающие из результатов исследования свойств излучения, полученные в рамках классической электродинамики.

### 7.03. СИСТЕМА ИНЖЕКЦИИ ДЛЯ ИСТОЧНИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «НЕСТОР»

*П. Гладких, А. Мыцыков, А. Зелинский*  
*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В течение последних лет в ННЦ ХФТИ разрабатывается источник рентгеновского излучения «НЕСТОР». Предполагается, что электроны будут инжектироваться в накопительное кольцо при энергии 60 МэВ с последующим подъемом энергии до 225 МэВ. Так как структура кольца очень компактна, то предполагается, что траектория инжекции пучка будет проходить через рассеянное поле поворотного магнита накопительного кольца «НЕСТОР». Это вызывает дополнительные трудности при разработке инжекционного канала.

В докладе представлена разработанная схема инжекционного участка, результаты расчетов динамики пучка на этом участке и параметры используемых устройств. Канал инжекции состоит из двух поворотных магнитов, пяти квадрупольных линз ассиметричного переноса пучка, двух квадруполей, согласующих аксептансы канала транспортировки и участка инжекции, электрического инфлектора на бегущей волне. Полученные результаты показывают, что разработанная схема инжекции обеспечивает эффективную инжекцию пучка в накопительное кольцо ускорительного комплекса «НЕСТОР».

### 7.04. ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА ИНЖЕКЦИОННОГО ТРАКТА ДЛЯ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КОМПЛЕКСА «НЕСТОР»

*В.Г. Гревцев, А.Ю. Зелинский, И.И. Карнаухов,*  
*И.М. Карнаухов, Б.А. Ляшенко, Н.И. Мочешников*  
*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Для получения времени жизни пучка электронов в накопительном кольце комплекса «НЕСТОР» ~ 2 часов при энергии пучка 250 МэВ давление остаточного газа должно быть ~  $10^{-9}$  торр. В линейном ускорителе-инжекторе, который будет использован в комплексе «НЕСТОР», давление остаточного газа будет составлять ~  $10^{-6}$  торр. По этой причине вакуумная система инжекционного тракта, длина которого составляет ~ 5.6 м, должна обеспечить дифференциальную откачку с переносом давления от  $10^{-6}$  торр на выходе из линейного ускорителя до  $10^{-9}$  торр в месте инжекции электронного пучка в накопительное кольцо. Для этих целей на



инжекционном канале комплекса предусматривается установка трех постов откачки с использованием безмасляных средств откачки (магниторазрядные насосы).

В работе описываются методы создания перепадов давления, которые используются в канале, приводятся характеристики узлов канала транспортировки (коллиматора, вакуумных камер поворотных магнитов, вакуумпроводов, системы аварийной защиты и других). Приведена схема размещения оборудования на канале транспортировки комплекса «НЕСТОР» и карта распределения давления остаточного газа. Обсуждается спецификация используемого в канале оборудования.

#### 7.05. РАСЧЕТ ФУНКЦИИ ГРИНА ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ КРУГЛОГО ВОЛНОВОДА

*С.Д. Прийменко, Л.А. Бондаренко*

*Институт плазменной электроники*

*и новых методов ускорения ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Актуальной проблемой ускорения заряженных частиц и их транспортировки к мишени есть учет металлического экрана, в частности, влияния стенок круглого волновода. Понимание того, как стенки сказываются на движении частицы, требует знания функции Грина волнового уравнения круглого волновода, где последняя учитывает эффект запаздывания.

Построены функции Грина векторного потенциала Герца круглого волновода для импульсных линейного и точечного источников электрического тока. Задача решена как задача дифракции фронтов расходящихся тензорных цилиндрических и сферических волн на стенках круглого волновода для линейного и точечного источников соответственно. Функции Грина найдены в виде суммы функции Грина неограниченного пространства и регулярной функции Грина, где последняя учитывает влияние стенок волновода. Функции Грина получены также в виде суперпозиции нестационарных ТЕ- и ТН-волн круглого волновода.

Разработан алгоритм расчета функции Грина импульсного линейного источника, эффективный при произвольном расстоянии между точками источника и наблюдения круглого волновода.

#### 7.06. ПОЛНАЯ СИСТЕМА ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ

*С.Д. Прийменко, С.Н. Хижняк*

*Институт плазменной электроники и новых методов ускорения ННЦ ХФТИ*

Перспективным методом расчета ускоряющих структур есть метод сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений электрического

поля. В отличие от традиционных методов, в которых используют вычисление по объему, при данном подходе вычисление проводится по поверхности, что экономит время счета, а наличие сингулярностей формирует хорошо обусловленные матрицы.

Показано, что представление функции Грина волноведущей системы в виде суммы функции Грина неограниченного пространства и регулярной функции Грина, позволяет рассчитывать электрические токи только по ВЧ-электродам, так как распределение токов по поверхности волновода или резонатора учитывается регулярной функцией Грина.

Установлено, что напряженность электрического поля, излучаемого данным ВЧ-электродом ускоряющей структуры, выступает в качестве стороннего поля на поверхности остальных ВЧ-электродов, в силу чего требуется рассмотрение системы интегральных уравнений как для касательной, так и нормальной составляющих напряженности электрического поля. При этом изменение нормальной составляющей напряженности электрического поля вдоль ВЧ-электрода приводит к изменению поверхностной плотности заряда и возникновению потенциальной компоненты электрического тока, а наличие касательной составляющей напряженности электрического поля обуславливает вихревую компоненту электрического тока на поверхности электрода.

#### 7.07. ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ВЧ-ЭЛЕКТРОДОВ УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ

*С.Д. Прийменко, С.Н. Хижняк*

*Институт плазменной электроники и новых методов ускорения ННЦ ХФТИ*

В используемых в настоящее время интегральных методах анализа ускоряющих структур ядром интегрального уравнения является функция Грина неограниченного пространства, что требует вычисления плотности электрического тока как на поверхности ВЧ-электродов, так и на поверхности волноведущей структуры. Ограничиться расчетом только на поверхности ВЧ электродов, а значит сэкономить время счета, позволяет ядро интегрального уравнения в виде функции Грина волноведущей структуры. Однако в последнем случае необходимо знание граничных условий на линии пересечения поверхности ВЧ-электрода с поверхностью волновода или резонатора.

Сформулированы смешанные граничные условия относительно плотности электрического тока на ВЧ-электроде для режимов симметричного, антисимметричного и асимметричного возбуждений в зависимости от поляризации стороннего поля. Полученные функциональные зависимости определяются величиной двугранного угла, образованного плоскостями, касательными к поверхностям ВЧ-электрода и волноведущей структуры.

Граничные условия описывают как случай дискретного изменения направления нормали к поверхности электрода, так и случай сколь угодно малого, но конечного радиуса кривизны поверхности электрода вблизи граничной точки.

#### 7.08. УРАВНЕНИЯ САМОСОГЛАСОВАННОГО ПОЛЯ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЗАРЯЖЕННОЙ СРЕДЫ

*Н.Ю. Лукашина, Ю.А. Лукашин, Л.А. Суханова, Ю.А. Хлестков*  
*Московский инженерно-физический институт*  
*(государственный университет)*

Релятивистская многокомпонентная заряженная среда описывается уравнениями Максвелла и уравнениями движения:  $F^{\mu\nu}_{; \nu} = -\Sigma \rho_a u_a^\mu$ ,  $\xi_a w_a^\mu = q_a F^{\mu\nu} u_{a\nu}$ . Здесь в системе единиц  $e = m_0 = c = 4\pi = 1$ ,  $a$  – номер компоненты, в первом уравнении производится суммирование по всем компонентам среды,  $F^{\mu\nu}$  – тензор электромагнитного поля,  $\rho_a$ ,  $u_a^\mu$ ,  $w_a^\mu$  – плотность заряда, 4-скорость, 4-ускорение  $a$ -й компоненты соответственно,  $\xi_a$ ,  $q_a$  – безразмерные масса покоя и заряд частиц  $a$ -й компоненты. Решены уравнения движения, в результате чего тензор электромагнитного поля выражен через компоненты 4-скоростей и произвольные функции, получены уравнения нелинейного поля релятивистской многокомпонентной заряженной среды.

#### 7.09. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ ДЛЯ КОМПАКТНОГО ПУЧКОВОГО ТОРА

*Л.А. Суханова, А.Ю. Хлестков*  
*Московский инженерно-физический институт*  
*(государственный университет)*

Для компактной релятивистской заряженной среды получены локальные и интегральные законы сохранения для электромагнитного поля, следующие из уравнений Максвелла, законы сохранения для заряженной среды, следующие из уравнений движения Лоренца и уравнения непрерывности заряда. Также рассмотрены другие законы сохранения, возникающие при наложении дополнительных условий: симметрии, компактности и т.п. Для стационарного компактного пучкового тора, удовлетворяющего условиям  $_{,t} = 0$ ;  $_{, \varphi} = 0$ ;  $\Pi_s = 0$ , где запятой обозначена частная производная,  $t$  – время,  $\varphi$  – азимутальная координата,  $\Pi_s$  – поток вещества через поверхность, ограничивающую тор, получены локальные законы сохранения полной энергии, азимутальной компоненты 4-импульса системы среда+поле вдоль траекторий. Показано, что в такой системе работа поля над зарядами в объеме и поток энергии электромагнитного поля через ее поверхность должны быть равны нулю.

## 7.10. ВИРТУАЛЬНЫЙ ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОТРОНОМ М-30

*Н.И. Романюк<sup>1</sup>, В.И. Лямаев<sup>1</sup>, А.Б. Вовк<sup>2</sup>,  
В.В. Звенигородский<sup>1</sup>, И. И. Гайниш<sup>1</sup>, В.Т. Маслюк<sup>1</sup>,  
О.М. Турховский<sup>1</sup>, Г.Ф. Питченко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Институт электронной физики НАН Украины, г. Ужгород;*

<sup>2</sup>*Закарпатский государственный университет, г. Ужгород  
nuclear@email.uz.ua*

Разработан графический интерфейс, а также схема сопряжения с функциональными блоками микротрона М-30 с использованием модулей АЦП WAD-AIK-BUS, гальванически развязанные входные цепи которых позволяют реализовать систему сбора данных с достаточной достоверностью и помехоустойчивостью. Приводятся сервисные характеристики устройства: программа визуализации временных и пространственных характеристик М-30, мониторинга функционирования его блоков. Обсуждаются возможности оптимизации управления М-30.

Работа выполнена в рамках договора № 2Н/7-07 Программы НД Украины.

## 7.11. СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РЕАЛЬНОГО КОМПТОНОВСКОГО ИСТОЧНИКА

*Е.В. Буляк, В.В. Скоморохов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

Исследованы спектрально-угловые характеристики рентгеновского излучения, генерируемого Комптоновскими источниками на основе накопителей электронов. Определена максимальная спектральная плотность и максимальная спектральная яркость таких источников. Показано, что в реальных источниках излучение хотя и не может быть монохроматизовано простым коллимированием, однако обладает определенными преимуществами по сравнению с тормозным и синхротронным. Проведено моделирование методом Монте Карло параметров излучения источника «НЕСТОР». Результаты моделирования сравниваются с аналитическими расчетами. Предпринята попытка расчета (аналитического и методом численного моделирования) поляризационных свойств Комптоновского излучения. Проведено сравнение потребительских характеристик излучения Комптоновских источников с существующими традиционными источниками рентгеновского.

## 7.12. ИМПУЛЬСНЫЕ ЗАТВОРЫ ДЛЯ НАПУСКА ГАЗА В ИСТОЧНИКИ ИОНОВ И КЛАСТЕРОВ

*А.Ю. Карпенко, В.А. Батулин, С.А. Пустовойтов  
Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы*

Описаны электромагнитные затворы, позволяющие напускать в кластерные и ионные источники газы потоками длительностью от 30 мкс до 2,5 мс.

Напуск газа в диапазоне длительностей от 30 до 150 мкс производится электромагнитным клапаном работающим на основе ударно-бойкового механизма на частотах в диапазоне единиц герц, а от 300 мкс до 2,5 мс — электромагнитным затвором с подвижным сердечником, установленным на жёсткой пластинчатой пружине.

Конструкция затворов отличается простотой и небольшими габаритами и позволяет производить напуск газа в источники с заданной длительностью при небольшой мощности их электропитания.

Приведены некоторые примеры работ этих клапанов в составе источников ионов.

## 7.13. ВОЗБУЖДЕНИЕ КИЛЬВАТЕРНЫХ ПОЛЕЙ ПРОТЯЖЕННЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ СГУСТКАМИ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ

*К.В. Галайдыч, П.И. Марков, Г.В. Сотников  
Институт плазменной электроники и новых методов ускорения ННЦ ХФТИ*

Одной из перспективных схем ускорения является ускорение в кильватерном поле, возбуждаемом последовательностью сгустков в диэлектрическом резонаторе.

Для достижения больших градиентов ускоряющего поля могут быть использованы последовательности относительно слабых релятивистских электронных сгустков (РЭС). Известно, что максимальное поле, возбуждаемое цепочкой точечных сгустков, зависит только от длины резонатора, длины волны резонансной моды, энергии электронов сгустка.

Представлены результаты теоретического анализа возбуждения кильватерного поля в диэлектрическом резонаторе регулярной последовательностью протяженных РЭС. Получена нелинейная система уравнений, описывающая многомодовое возбуждение кильватерного поля в диэлектрическом резонаторе.

Проведено численное моделирование и исследованы зависимости максимальной амплитуды продольного электрического поля от длины сгустка, его заряда.

Даны физические обоснования полученным зависимостям.

#### 7.14. УПРАВЛЕНИЕ МУЛЬТИПАКТОРНЫМИ РАЗРЯДАМИ В РЕЗОНАТОРНОЙ СТРУКТУРЕ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ИОНОВ

*Л.Д. Лобзов, Н.Г. Шулика, В.Н. Белан*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Экспериментально показано, что мультипакторными процессами и разрядами в высокодобротном резонаторе линейного ускорителя ионов можно управлять путем сохранения начального характера установления возбуждаемых ВЧ-полей, определяемого его резонансными характеристиками, в том числе и электрофизическими процессами, образующими динамическое состояние электродных поверхностей структуры.

Исследования проведены на однорезонаторном малогабаритном ускорителе протонов и дейтронов, возбуждаемом новым ВЧ-методом, основанным на суперпозиции в структуре двух ВЧ-полей, независимо генерируемых двумя автоколебательными контурами с общим энергетическим источником ускорителя.

Обеспечение требуемых параметров ускоряющих полей на основной расчетной частоте достигается путем выбора основных параметров автоколебательных контуров и величин амплитуд их выходных ВЧ колебаний, являющихся составными слагаемыми результирующих полей структуры.

Отличительные признаки установления фронта результирующих ВЧ-полей и напряжений резонаторной структуры, возбуждаемой простыми ВЧ-автоколебаниями при подключении других, независимых от первых, простых ВЧ-автоколебаний с регулируемыми выходными параметрами, наглядно характеризуют механизм управления условиями существования и подавления мультипакторных разрядов.

#### 7.15. КАПИЛЛЯРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЛИНИЯ УСКОРИТЕЛЯ ЭСУ-2

*А.С. Камышан, Ф.Ф. Комаров, А.Е. Лагутин*

*Институт прикладных физических проблем им.А.Н. Севченко, г.Минск*

Пучки заряженных частиц принадлежат к числу наиболее часто встречающихся объектов в современной науке и технике.

Явление скольжения пучков заряженных частиц вдоль заряженной диэлектрической поверхности может иметь ряд интересных для практики приложений. На основе этого явления могут быть разработаны новые системы преобразования, управления и транспортировки пучков заряженных частиц, в частности, получение пучков с микронными и нанометровыми размерами, интересными в локальном элементном и структурном анализе, в нанолитографии, для приложений в биологии и медицине.

По сравнению с существующими микроионными лучевыми средствами, настоящий метод, несомненно, является более простым и дешевым, одновременно обеспечивая все требования субмикронной спектрометрии резерфордского обратного рассеяния или анализа с применением индуцированного характеристического рентгеновского излучения.

Анализ такой системы является предметом обсуждения настоящей работы.

#### 7.16. КОМПАКТНЫЙ ПУЧКОВЫЙ ТОР (КПТ) В СОБСТВЕННОМ ПОЛЕ: АБСОЛЮТНАЯ МАГНИТНАЯ ЛОВУШКА (АМЛ)

*Л.А. Суханова, Ю.А. Хлестков*

*Московский инженерно-физический институт  
(государственный университет)*

В существующих термоядерных установках, в которых магнитное поле создается при участии внешних токовых обмоток, время жизни плазмы, определяемое развитием макроскопических неустойчивостей плазменного шнура, оказывается меньше необходимого для работы термоядерного генератора.

Возможно, проблема носит принципиальный характер и связана с тем, что магнитная ловушка, образуемая комбинацией токов внешних источников и собственных токов в плазме, является не абсолютной.

Создать необходимое удерживающее поле можно без внешних источников - собственными токами заряженной среды, в частности, инжекцией в токамак пучка, скажем, электронов, протонов (СРП). Определены необходимые условия создания АМЛ: АМЛ существует только в геометрии тора в собственном поле релятивистской заряженной среды [1-3].

1. Н.Р. Сибгатуллин. Колебания и волны в сильных гравитационных и электромагнитных полях. М.: Наука, 1984.

2. Ш. Кобаяси, К. Номидзу. Основы дифференциальной геометрии. М.: Наука, 1981.

3. Р. Зуланке, П. Винтген. Дифференциальная геометрия и расслоения. М.: Наука, 1975.

#### 7.17. УСЛОВИЕ СТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЗАРЯЖЕННОЙ СРЕДЫ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

*Л.А. Суханова, Ю.А. Хлестков*

*Московский инженерно-физический институт  
(государственный университет)*

Из теоремы вириала [1] следует, что  $\int T_{ii} dV = 0$ , где  $T_{\mu\nu}$  - тензор энергии-импульса системы среда+поле,  $i$  принимает значения 1,2,3 (соответствует

пространственным координатам), интегрирование производится по всему объему системы.

Считая заряженную среду изотропной идеальной жидкостью с плотностью энергии  $\epsilon_s$  и гидродинамическим давлением  $p_s$ , учитывая отсутствие следа у тензора энергии-импульса электромагнитного поля, получаем условие существования стационарного состояния заряженной среды в электромагнитном поле:  $E_f = -\int \epsilon_s p_s dV$ , где  $E_f$  – полная энергия электромагнитного поля в объеме системы.

Таким образом, точное существование стационарного состояния возможно в случае либо неположительной энергии электромагнитного поля, либо при неположительном давлении.

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. М.: Наука, 1967.

## 7.18. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА ДЛЯ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «НЕСТОР»

*А. Зелинский, А. Тарасюк*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

В работе представлены требования и общая структура системы управления ускорительного комплекса ННЦ ХФТИ – источника жесткого рентгеновского излучения «НЕСТОР». Создана структурная и визуальная модели программного обеспечения пульта управления. Подобраны аппаратные средства и выработана стратегия конструирования программных модулей. Реализованы макет графического интерфейса пользователя на технологии SWING пакета Java IDE SE v.1.6, и прототип управляющего модуля на основе архитектуры TANGO v.6.0. Определено направление дальнейшей деятельности.



## Секция 8. Физика детекторов излучений

### 8.01. СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ ГЕРМАНИЕВОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДЕТЕКТОРА

*В. И. Касилов, С. С. Кочетов, Р. И. Помацалюк, В. Ф. Попов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г. Харьков*

Представлен автономный спектрометрический комплекс, предназначенный для измерения энергетического распределения регистрируемого  $\gamma$ -излучения радиоактивных образцов в диапазоне энергий от 0.05 до 10 МэВ с целью определения наличия в них радиоактивных изотопов.

Спектрометрический комплекс состоит из германиевого диффузионно-дрейфового детектора, типа ДГДК-40В2 объемом 40 см<sup>3</sup>; электронной части; многоканального анализатора импульсов, выполненного в стандарте САМАС и связанного с персональным компьютером крайт-котроллером СС-077, а также специального программного обеспечения. Программное обеспечение комплекса осуществляет набор спектра излучения от исследуемого образца и формирует файл данных. Кроме того, в режиме "Online" на монитор выводится оперативная информация о ходе измерений: общее число зарегистрированных событий; номер канала, в котором зарегистрировано максимальное число событий и его значение; время экспозиции. Файл данных с результатами измерений составлен таким образом, что позволяет вести дальнейшую обработку данных большинством графических пакетов (Origin, Graph, PAW).

Энергетическое разрешение спектрометра для энергии 1332 кэВ по изотопу <sup>60</sup>Со составляет не более 3.8 кэВ.

### 8.02. МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ $e, X$ -ИЗЛУЧЕНИЯ

*В. И. Никифоров, В. Л. Уваров*

*ННЦ "Харьковский физико-технический институт"*

Предложен метод оценки отношения энергии компонент смешанного  $e, X$ -излучения, возникающего в поглотителе при взаимодействии с ним потока ускоренных электронов. С помощью компьютерного моделирования на основе программной системы PENELOPE/2006 получены зависимости коэффициентов трансмиссии и конверсии энергии электронов, а также их отношения от толщины поглотителя. В качестве последнего рассмотрен набор материалов от  $Z=7.2$  (вода) до  $Z=73$  (тантал) при начальной энергии электронов  $E_0=5 \dots 20$  МэВ.

Установлено, что во всем диапазоне значений ( $Z, E_0$ ) эти зависимости могут быть приведены к унифицированному виду, если толщину поглощающего слоя выражать в единицах пробега электронов в данном

материале в приближении непрерывного замедления  $r_0(Z, E_0)$ . В частности, электронное равновесие излучения достигается при толщине поглотителя, равной  $1.2r_0$ .

Предложенный метод может быть использован для оптимизации выходных устройств ускорителя электронов при разработке радиационных и фотоядерных технологий, а также в метрологии тормозного излучения.

### 8.03. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*В.И. Никифоров, Р.И. Помацалюк, А.Э. Тенишев, В.Л. Уваров,*

*В.А. Шевченко, И.Н. Шляхов, Н.А. Шляхов*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Перспективные фотоядерные технологии (получение мощных источников нейтронов на основе управляемой ускорителем электронов подкритической сборки, производство медицинских изотопов, гамма-активационный анализ и т.д.) основаны на использовании высокоэнергетичного ( $>10\text{МэВ}$ ) тормозного излучения (ВТИ) большой интенсивности ( $>1\text{кВт/см}^2$ ).

Одной из ключевых проблем диагностики такого излучения является измерение его пространственно-энергетического распределения. Для ее решения использован метод, основанный на совместной экспозиции набора тонких фольг, размер которых превышает поперечный размер потока ВТИ, причем фольги выполнены из материалов, имеющих различный энергетический порог ( $\gamma, N$ ) реакций – метод фотоядерного конвертера (ФЯК). Восстановление профиля интенсивности ВТИ в каждом энергетическом диапазоне производится на основе измерения распределения поверхностной активности ФЯК.

Для этого используют специально разработанный гамма-сканер. Последний включает измерительную головку в виде линейной матрицы из 16 коллимированных  $\text{CdZnTe}$  детекторов с предусилителями, а также механическую систему для точного позиционирования ФЯК относительно головки. Определение характеристик и оптимизация последней выполнены методом моделирования с использованием программной системы PENELOPE.

Управление элементами гамма-сканера, обработка и представление результатов измерений выполняется при помощи РС. Для увеличения пространственного разрешения сканера предложен алгоритм обработки сигналов детекторов, основанный на представлении ФЯК в виде двумерной матрицы точечных гамма-источников.

Применение алгоритма позволяет улучшить пространственное разрешение метода в 2-3 раза.

Работа выполнена при поддержке УНТЦ, проект №3151

#### 8.04. БЛОК СЧЁТЧИКОВ ИМПУЛЬСОВ С LPT ИНТЕРФЕЙСОМ

*В.М. Мищенко, И.С. Ковтуненко*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Исходя из практических потребностей аппаратного обеспечения ядерно-физических исследований на ускорителе ЭСУ-5 разработан, изготовлен и отлажен блок двоичных счётчиков импульсов, связанный с персональным компьютером через LPT порт. Операционная часть блока состоит из одного 8-разрядного (ИЕ19) и двух 24-разрядных (по 3 корпуса ИЕ19) двоичных счётчиков с независимыми схемами сброса (2хАГ3) и внешним управлением подачей импульсов на входы счётчиков (ЛИ1). Интерфейсная часть блока представлена шинными формирователями (7хАП6) с тремя состояниями, которые связывают побайтно счётчики с двунаправленной шиной данных LPT порта. Выбор формирователя производится дешифратором (ИД3 4x16) состояний шин управляющего регистра LPT порта. Блок изготовлен на микросхемах ТТЛ серии 555 в конструктиве ВЕКТОР.

Созданное программное обеспечение блока легко адаптируется под конкретную задачу измерений. Прибор испытан в измерениях функций возбуждения, угловых распределений и спектров гамма-излучений резонансных ядерных реакций для контроля выхода последних, в особенности при длительных временах набора информации, а также в активационных экспериментах для записи временной зависимости тока пучка ускоренных частиц.

#### 8.05. МЕТОДЫ СБОРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

*С.К. Куприч, Н.И. Маслов*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Описаны основные конструктивные решения и методы сборки детекторных модулей, применяемых для проведения экспериментов в области физики высоких энергий, ядерной физики и прикладных исследований. Детекторные модули для проведения таких экспериментов, как CMS, ALICE в CERN, Женева, Швейцария, STAR в BNL, США, и ряда других, изготавливаются с применением одно- или двухсторонних координатных кремниевых детекторов, размеры которых в зависимости от конкретного назначения достигают сотен миллиметров, количество каналов – более 1500, а шаг размещения чувствительных элементов – менее 100 мкм. Предварительная обработка зарегистрированных детекторами (сенсорами) сигналов выполняется считывающей электроникой, которая расположена в рабочем объеме в непосредственной близости от детекторов. Считывающая электроника выполняется на основе прецизионных печатных плат или

микросборок с использованием бескорпусных навесных компонентов, в частности, специально разработанных для этих целей микросхем, каждая из которых имеет до 128 спектрометрических каналов. Сборка электронных модулей заключается в приклеивании особо чистыми клеями различных элементов конструкции, включая кристаллы детекторов, кристаллы микросхем, и другие компоненты, и выполнении коммутации микропроволочной ультразвуковой сваркой или с применением микрокабелей. Подготовленные для работы детектирующие модули помещаются в объем с контролируемой атмосферой.

#### 8.06. ОСОБЕННОСТИ РЕГИСТРАЦИИ $\beta$ -ИЗЛУЧЕНИЯ Si-ДЕТЕКТОРАМИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*В.И. Кулибаба, А.А. Мазилев, Н.И. Маслов  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Рассматривается создание нового счётчика-дозиметра электронного излучения, который, в отличие от существующих радиометров, может не только показывать наличие и величину фона, но и определять место расположения и активность источника  $\beta$ -излучения.

Согласно экспериментальным данным, кремниевые детекторы толщиной 300 мкм и спектрометрическая электроника, разрабатываемые в ННЦ ХФТИ, способны фиксировать более  $10^5$  частиц в секунду. Два таких детектора, работающих в режиме совпадений, позволяют отстроиться от  $\gamma$ -фона и регистрировать  $\beta$ -частицы непосредственно от источника. Кроме того, такая сборка может исполнять роль электронного коллиматора с целью локализовать область  $\beta$ -излучения. Особенностью такого дозиметра-локализатора является спектрометрический режим его работы. Вычисления показали, что фотон с энергией 5 кэВ регистрируется Si-детекторами (300 мкм) при наличии Ве-окна (30 мкм) с вероятностью 97,6%.

#### 8.07. ПОЛЯРИМЕТР ГАММА-КВАНТОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

*Д.Д. Бурдейный, Г.А. Ващенко,  
В.Б. Ганенко, Ю.П. Пересунько, И.М. Шаповал  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Разработан проект поляриметра для измерения линейной поляризации фотонов высоких энергий. Предусмотрена возможность использования двух процессов для измерения поляризации гамма квантов: фоторождения  $e^-e^+$ -пар в поле ядра и фоторождения  $e^-e^+$ -пар в поле атомных электронов (фоторождение триплетов). В первом случае поляризация определяется по азимутальной асимметрии выхода электронов отдачи, во втором - по азимутальной асимметрии отрезков, соединяющих точки пересечения электроном и позитроном пары плоскости детектора.

Детекторная система, состоящая из координатных детекторов и сцинтилляционных счетчиков, дает возможность более точного измерения азимутальных распределений для обоих процессов и дискриминации фона.

Отличительной чертой предложенного поляриметра является возможность одновременного измерения поляризации двумя методами в диапазоне энергий фотонов от десятков МэВ до нескольких ГэВ. Анализирующая способность поляриметра ~10% и может быть повышена до ~15-20% при специальном отборе событий. Ожидаемая точность измерения поляризации на пучках меченых фотонов с интенсивностью  $10^6$  фотонов/МэВ/с ~2% за 30 мин при использовании парного метода.

#### 8.08. КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАНАРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

*В.И. Кулибаба, Н.И. Маслов, В.Д. Овчинник, С.М. Потин, А.Л. Солонченко, А.Ф. Стародубцев*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Комплекс для исследований планарных детекторов состоит из двух автоматизированных микропозиционных стендов. Размещенные в станциях микропозиционные зонды позволяют установить контактные иглы на контактные окна детектирующих структур с размерами окон до 10x10 мкм. Автоматизированная система измерения вольтамперных и вольтфарадных характеристик плоскостных и микростриповых детекторов построена на базе компьютера, встроенного модуля управления приборами, электрометра, измерителя емкости и управляемого блока питания. Система производит управление приборами в соответствии с запрограммированным алгоритмом измерения, считывание и запоминание показаний приборов, прорисовку графиков.

#### 8.09. СКАНЕР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ПОЛЯ И ЭФФЕКТОВ РАССЕИВАНИЯ ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ МИКРОТРОНА М-30

*Н.И. Романюк<sup>1</sup>, В.И. Лямасев<sup>1</sup>, А.Б. Вовк<sup>2</sup>,  
В.В. Звенигородский<sup>1</sup>, И. И. Гайниш<sup>1</sup>, В.Т. Маслюк<sup>1</sup>,  
О.М. Турховский<sup>1</sup>, Г.Ф. Питченко<sup>1</sup>, О.В. Доценко<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Институт электронной физики НАН Украины, г.Ужгород;*

<sup>2</sup>*Закарпатский государственный университет, г.Ужгород;*

<sup>3</sup>*Государственное предприятие КБ «Южное», г.Днепропетровск  
nuclear@email.uz.ua*

Приводятся характеристики сканера поля облучения М-30 (2...18 МэВ, 2...10 мкА) и данные исследования его однородности для различных конструкций формирователей. Сканер позволяет изучать особенности

рассеивания, экранировки быстрых электронов М-30 элементами сложных конструкций. Описывается графический интерфейс управления сканером, метрология радиационного эксперимента, программное обеспечение обработки и представления данных измерений.

#### 8.10. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДИГНОСТИКА УСКОРЕННЫХ ИОНОВ ОТ КОЛЛЕКТИВНОГО УСКОРИТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ НИТРАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МАЙЛАРА

*Н.П. Дикий, Д.В. Меодедев, И.Н. Онищенко, С.С. Пушкарев  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Коллективные ускорители являются перспективными установками для реализации инерциального термоядерного синтеза. Они позволяют формировать короткие и интенсивные импульсы многозарядных ионов, что является необходимым условием образования термоядерной плазмы в ядерных установках

Для достоверной диагностики энергии и интенсивности пучка протонов полученного от коллективного ускорителя был использован детектор  $\alpha$ -частиц на основе майлара. Использование нитрата целлюлозы для регистрации продуктов ядерных реакций в нашем случае сопровождалось наличием большого фона треков от рассеянных протонов и модификацией счетных характеристик последнего, рассеянным пучком электронов [1].

Использование майлара для детектирования  $\alpha$ -частиц на фоне излучения протонов и электронов позволило получить воспроизводимые результаты. В нашем эксперименте  $\alpha$ -частицы реакции падали на майларовый детектор под углом  $90^\circ \pm 10^\circ$ , что позволило пренебречь изменением эффективности регистрации от угла входа регистрируемой частицы в твердотельный детектор. Необходимо отметить, что майлар обладает наименьшим критическим углом регистрации треков –  $6^\circ$ , в то время как нитрат целлюлозы –  $37^\circ$  [2].

1. S. Bashir, S. Rafique // *Laser and Particle Beam* 2007, v. 25, p. 181-191.
2. K. Turek // *Acta Polytechnica* 1999, v. 38(3), p. 153.

#### 8.11. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПТОНОВСКОГО ТОМОГРАФА НА ПУЧКЕ ФОТОНОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИАПАЗОНА

*Ю.М. Аркатов, С.Н. Афанасьев, Д.В. Гуцин,  
Ю.В. Жебровский, В.Ф. Попов, П.В. Сорокин*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Представлены выполненные в ИФВЭЯФ ННЦ ХФТИ результаты исследования рабочих характеристик технологического комптоновского томографа, модернизированного для проведения исследований изделий из

легких элементов (графит, легкие пластмассы, алюминий и его сплавы и т.д.) на пучке фотонов мягкого рентгеновского диапазона. Для этих исследований разработаны и изготовлены коллиматоры пучка и детектора, позволяющие получить высокое пространственное разрешение, изготовлен счетчик для регистрации мягкого рентгеновского излучения, в специальную нишу встроена рентгеновская трубка рентгенаппарата УРС – 2.0.

Успешно проведены исследования с помощью рентгеновских пучков двух аналогичных по конструкции изделий из графита и пироуглеродного композита с целью определения плотности последнего. Проведен сравнительный анализ работы томографа на пучке фотонов источника  $^{137}\text{Cs}$  и рентгеновском пучке с напряжением на трубке 40 кВ.

Проведены работы по измерению пространственного разрешения томографа. С целью имитации дефектов была изготовлена матрица путем фрезерования продольных щелей шириной 3, 2, 1 и 0,5 мм в графитовой пластине толщиной 6 мм, размером 50 x 100 мм. Глубина щелей и расстояние между ними равно ширине самих щелей. Матрица сверху прикрыта без зазора графитовой пластиной того же размера, но толщиной 3 мм. Результаты измерения щелей матрицы с помощью томографа сравниваются с результатами полученными на микроскопе УИМ-21.

Проведены измерения тонких покрытий. В качестве исследуемого образца взяты луженые контактные ламели электронного блока системы САМАС. Ширина ламелей и расстояние между ними равны 1,27 мм. Толщина ламелей равна 0,1 мм. Получена двухмерная томография.

Проведены первые исследования, демонстрирующие реальные возможности созданного варианта томографа. Показано, что экспериментальные результаты в пределах ошибок измерений (около 2%) согласуются с проведенными расчетами. Возможности такого типа томографа хорошо поддаются прогнозированию. Уже созданный томограф может быть эффективно использован для проведения исследований легких материалов и изделий из них.

## 8.12. ЭФФЕКТ ЛАНДАУ-ПОМЕРАНЧУКА-МИГДАЛА. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

*С.П. Фомин*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Многokратное рассеяние ультрарелятивистских электронов на атомах вещества приводит к подавлению тормозного излучения - эффект Ландау-Померанчука-Мигдала (ЛПМ-эффект) [1]. Это происходит, когда среднеквадратичный угол рассеяния электрона на длине когерентности излучения  $\theta_{ms}$  превысит характерный угол излучения релятивистской частицы  $\theta \sim \gamma^{-1}$ , где  $\gamma$  – Лоренц-фактор электрона.

При прохождении ультрарелятивистского электрона через тонкую по сравнению с длиной когерентности пластинку также имеет место эффект

подавления излучения при  $\theta_{ms} > \gamma^{-1}$ , однако, характер спектра излучения в этом случае существенно отличаются от случая ЛПМ-эффекта [2]. Эффект подавления излучения в тонком слое вещества впервые наблюдался в эксперименте SLAC E-146. В выполненных недавно в CERN измерениях с использованием пучка позитронов с энергией 178 ГэВ этот эффект, однако, обнаружен не был.

В настоящей работе дан краткий обзор теоретических и экспериментальных исследований ЛПМ-эффекта и аналогичных эффектов, а также проведен анализ полученных недавно экспериментальных данных CERN.

1. A.I. Akhiezer, N.F. Shul'ga, S.P. Fomin. Landau-Pomeranchuk-Migdal Effect. UK, Cambridge Scientific Publishers, 2005, 215 p.

2. Н.Ф. Шульга, С.П. Фомин // *Письма в ЖЭТФ* 1978, v. 27, p. 117.

### 8.13. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫЛЕТА $\alpha$ -ЧАСТИЦЫ ИЗ АТОМА ПРИ $\alpha$ -РАСПАДЕ

С.П. Майданюк

*Институт ядерных исследований, НАН Украины, г.Киев*

Ранее нами было получено наилучшее согласие между экспериментальным спектром тормозного излучения при  $\alpha$ -распаде ядра  $^{214}\text{Po}$  и спектром, получаемым по нашей модели [1]. Однако, анализ экспериментальных спектров указывает на наличие в них осцилляций, тогда как существующие стационарные модели дают монотонные спектры. В модели, излучение рассматривается как возмущение системы ( $\alpha$ -частица и дочернее ядро). При описании спонтанного излучения фотонов частица подвергается воздействию поля ядра лишь до первого излучения фотона. Поэтому мы имеем дело с возмущением, действующим на систему в течение *некоторого промежутка времени*. Моменты времени начала и конца действия возмущения на систему определяются временным интервалом, когда возможно тормозное излучение  $\alpha$ -частицей. За начало этого интервала мы принимаем момент времени формирования  $\alpha$ -частицы, за конец — выход  $\alpha$ -частицы из зоны влияния поля ядра за счет экранировки электронными оболочками. Оказывается, что переход к определению матричного элемента, построенного на такой идее, выдает осцилляторный характер спектра излучения и позволяет объяснить наличие осцилляций в спектрах [1,2]. Тогда экспериментальное значение периода осцилляций дает время движения  $\alpha$ -частицы в области возмущения, т. е. от момента ее формирования до момента выхода к зоне экранирования оболочками.

1. G. Giardina, N.V. Eremin, S.P. Maydanyuk, V.S. Olkhovsky et al. // *Europ. Phys. Journ. A*.

2. N.V. Eremin, G. Giardina et al. // *Phys. Lett.* 1994, v. B332, p. 25.



## 8.14. ДВА ПУТИ УГЛОВОГО ОПИСАНИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ $\alpha$ -РАСПАДЕ

С.П. Майданюк

*Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев*

Различие между экспериментальными спектрами тормозного излучения при  $\alpha$ -распаде  $^{210}\text{Po}$  в [1], полученных при разных углах между направлениями движения  $\alpha$ -частицы и излучения фотона, формирует пространственную картину об  $\alpha$ -распаде, сопровождаемом тормозным излучением. Если интенсивность излучения существенно меняется от угла, то излучение фотонов может заметно влиять на динамику  $\alpha$ -распада и менять все его характеристики. Поэтому *угловой анализ тормозного излучения при  $\alpha$ -распаде* открывает путь к получению новой информации об  $\alpha$ -распаде [2]. Утвердившийся подход к определению углового сечения излучения построен на учете направлений импульсов  $\alpha$ -частицы до и после излучения и направлении импульса фотона. Однако, волновая функция  $\alpha$ -частицы, развиваемая в современных моделях  $\alpha$ -распада, определена в координатном представлении, где не совсем понятно, как корректно учитывать импульс  $\alpha$ -частицы. Это приводит к чрезмерно слабой зависимости матричного элемента от направлений импульсов. Этот матричный элемент можно определить с более сильной угловой зависимостью — на основе углового пространственного распределения волновой функции  $\alpha$ -частицы. Согласно последним расчетам, второй путь позволяет достичь наилучшего описания экспериментальных данных для  $^{214}\text{Po}$  [3] в области энергий фотонов до 750 кеВ, на основе *абсолютных значений* углового сечения излучения (впервые полученных в нашем подходе).

1. N.V. Eremin, G. Giardina et al. // *Phys. Lett.* 1994, v. B332, p. 25.

2. S.P. Maydanyuk, V.S. Olkhovsky // *Eur. Phys. Journ.* 2006, v. A28, p. 283.

3. G. Giardina, N.V. Eremin, S.P. Maydanyuk, V.S. Olkhovsky et al. // *Europ. Phys. Journ. A.*

## 8.15. РАССЕЯНИЕ И ТУННЕЛИРОВАНИЕ НЕРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ТРЕХМЕРНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ С КУЛОНОВСКИМ БАРЬЕРОМ

М.Э. Долинская<sup>1</sup>, В.С. Ольховский<sup>1</sup>, С.П. Майданюк<sup>1</sup>, В. Петрилло<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт ядерных исследований НАН Украины, г.Киев;*

<sup>2</sup>*Национальный институт ядерной физики, г.Милан, Италия  
olkhovsk@kinr.kiev.ua petrillo@mail.infn.it*

Исследованы туннелирование и рассеяние нерелятивистских частиц сквозь трехмерные потенциальные и кулоновские барьеры, содержащие внутри потенциальную прямоугольную яму. При этом явно учтены не только внешнее отражение при налете частиц снаружи, но и многократные

внутренние отражения от внутренней стенки барьера в яму. Получены аналитические выражения для  $S$ -матрицы упругого рассеяния и всех амплитуд вероятностей (внешнего и внутреннего отражений, туннелирования снаружи внутрь и изнутри наружу). Также получены явные аналитические соотношения между  $S$ -матрицей и амплитудами вероятностей для внешнего и внутреннего отражений, туннелирования внутрь и наружу. Обсуждаются перспективы возможных применений для ядерных астрофизических процессов около гаммовской энергии протонов в звездах.

**Секция 9. Фундаментальные исследования процессов взаимодействия ультрарелятивистских частиц с монокристаллами и веществом**

**9.01. УСТАНОВКА ДЛЯ ПОИСКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФРАГИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КАНАЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ**

*Д.А. Бакланов<sup>1</sup>, И.Е. Внуков<sup>1</sup>, В.К. Гришин<sup>2</sup>, А.Н. Ермаков<sup>2</sup>,  
Ю.В. Жандармов<sup>1</sup>, Г.П. Похил<sup>2</sup>, Р.А. Шатохин<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Белгородский государственный университет, Россия;*

*<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт ядерной физики при МГУ, Россия*

Дифрагированное излучение каналированных электронов (diffracted channeling radiation, DCR), являющееся результатом когерентного суммирования двух процессов – излучения фотона и его дифракции, одно из интересных физических явлений, происходящих при прохождении быстрых заряженных частиц через кристаллы. На микротроне НИИЯ ЯФ МГУ проведены подготовительные работы по экспериментальному поиску и исследованию этого эффекта. Предложена и апробирована методика ориентации кристалла по интегральным характеристикам выхода излучения, рассеянного в тонкой металлической мишени, установленной на фотонном пучке. Обсуждается методика поиска эффекта и результаты проведённых измерений. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (гранты 05-02-17648 и 08-02-00816а) и программы внутренних грантов БелГУ.

**9.02. ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ МИКРОКРИСТАЛЛИТОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В ЭТОМ ОБРАЗЦЕ**

*Д.А. Бакланов, И.Е. Внуков, Ю.В. Жандармов, Р.А. Шатохин  
Белгородский государственный университет, Россия*

Исходя из анализа экспериментов [1-3] по исследованию характеристик излучения быстрых электронов в совершенных и мозаичных кристаллах для разных углов отражения предложен способ оценки структуры образцов и размеров микроблоков, из которых они состоят. Обсуждается возможность определения размеров микроблоков по соотношению интенсивностей разных порядков отражения для одного угла наблюдения. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (гранты 05-02-17648 и 08-02-00816а), и программы внутренних грантов БелГУ.

1. А.Н. Балдин и др. // Письма ЖТФ 2007, Т.33, вып.14, с.87-94.

2. А.Н. Балдин и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования 2006, № 4, с. 72-85.

3. И.Е. Внуков и др. // Известия вузов. Физика 2001, № 3, с.53-65.

### 9.03. УГЛОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЛЯРИЗАЦИЯ НЕДИПОЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В ТОНКОМ КРИСТАЛЛЕ

*А.С. Фомин, Н.Ф. Шульга*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В работе [1] было показано, что специальной коллимацией пучка гамма-квантов, излучаемых ультрарелятивистскими электронами при прохождении тонкого монокристалла под малым углом к одной из кристаллографических осей, можно добиться высокой степени линейной поляризации излучения (~ 80 %).

Такая возможность связана с особенностями углового распределения когерентного тормозного излучения при условии существенной недипольности последнего, а именно, когда среднеквадратичный угол многократного рассеяния электронов значительно превышает характерный угол излучения релятивистской частицы  $\gamma^{-1}$ , где  $\gamma$  – Лоренц-фактор электрона. Условие недипольности тормозного излучения реализуется обычно при достаточно высоких энергиях электронов (~ 100 ГэВ и выше). Характерные значения углов рассеяния и излучения при этом оказываются весьма малыми, что затрудняет экспериментальное обнаружение обсуждаемого эффекта.

С целью определения оптимальных условий для наблюдения указанного эффекта линейной поляризации гамма-квантов в настоящей работе проведен теоретический анализ условий возникновения эффекта недипольности при излучении релятивистских электронов, движущихся в кристалле под малым углом к кристаллографической оси.

Выполнены расчеты спектрально-угловых и поляризационных характеристик когерентного излучения электронов с энергиями от 1 до 200 ГэВ в монокристаллах углерода, кремния и вольфрама толщиной от 10 до 100 мкм при падении пучка электронов вдоль кристаллографической оси  $\langle 111 \rangle$  и под углом Линдхарда к этой оси. Показано, что при использовании монокристаллов с большим  $Z$ , например, монокристалла вольфрама, удастся достичь значения параметра недипольности излучения  $\approx 3$  уже при энергии электронов 2 ГэВ.

Это позволяет получить высокую степень линейной поляризации недипольного когерентного излучения в кристалле (50...70%) при использовании фотонных коллиматоров с угловыми размерами  $\gamma^{-1} \approx 0,25$  мрад и делает задачу экспериментального наблюдения этого эффекта вполне реализуемой.

1. A.S. Fomin, S.P. Fomin, N.F. Shul'ga. Multiple scattering effect on angular distribution and polarization of radiation by relativistic electrons in a thin crystal // *Proc. SPIE* 2005, v. 5974, p. 177-184.

#### 9.04. РОЛЬ НАДБАРЬЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФИЛЕЙ ВНЕДРЕНИЯ ИОНОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МИШЕНИ

*М.И. Братченко, А.С. Бакай, С.В. Дюльдя*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

С помощью молекулярно-динамического моделирования показано, что длиннопробежные “хвосты” профилей внедрения ионов кэВ-ных энергий при внеосевой имплантации в кристаллы обязаны своим происхождением существованию метастабильного режима надбарьерного ориентированного движения с поперечными энергиями  $E_{\perp}$  выше критической  $E_{\perp c}$  по Линдхарду. В этом режиме тормозная способность  $|dE/dx|$  кристалла для ионов меньше, чем в аморфной среде. Захват в него менее подвержен влиянию эффекта блокировки, чем захват в режим устойчивого каналирования с  $E_{\perp} < E_{\perp c}$ . При этом из него разрешены диффузионные переходы ионов в режим каналирования. Введены лимитирующие существование режима надбарьерного движения критические поперечная энергия  $E_{\perp q} > E_{\perp c}$  и угол  $\Psi_q = (E_{\perp q}/E)^{1/2}$  и получены явные аналитические выражения для этих новых критических параметров ориентационных эффектов. В прямом компьютерном эксперименте показано, что именно эти критические параметры определяют угловые ширины областей существования “хвостов” профилей внеосевой имплантации, а относительная заселенность надбарьерных состояний растет с уменьшением энергии имплантируемых ионов и ростом их массы.

#### 9.05. К АСИММЕТРИИ ОСЛАБЛЕНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ КОМПТОНОВСКИХ РАССЕИВАТЕЛЕЙ И ПОГЛОТИТЕЛЕЙ

*С.В. Дюльдя, М.И. Братченко, А.В. Мазилев*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Проведенные в ХФТИ эксперименты выявили, что ослабление гамма-излучения защитами из чередующихся слоёв материалов с сильно различающимися атомными номерами зависит от порядка чередования слоёв. Феноменологически эффект объясняется асимметрией факторов накопления  $V$  многослойных защит. Для прояснения его микроскопических причин с помощью Монте-Карло-кода *RaT 3.0* предпринято моделирование прохождения гамма-квантов с энергиями  $E_{\gamma} = 30 \dots 10^3$  кэВ через системы  $Al/W$  и  $W/Al$ , отличающиеся лишь порядком следования легкого и тяжелого материалов. Результаты подтвердили асимметрию ослабления, а анализ спектров прохождения показал, что экспериментально наблюдаемое преимущество системы  $Al/W$  объясняется усиленным поглощением вольфрамом фотонов, комптоновски рассеянных в алюминии. Величина эффекта растет с ростом толщин слоев в длинах свободного пробега фотонов.

Однако при  $E_\gamma \subset 70 \dots 100$  кэВ эффект меняет знак. Это связано с попаданием энергий рассеянных в Al фотонов ниже края фотопоглощения W и с излучением в W флуоресцентных фотонов, снижающими кратность ослабления. Такая спектральная чувствительность эффекта должна учитываться при конструировании гетерогенных радиационных защит.

#### 9.06. ОТРАЖЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ кэВ-НЫХ ЭНЕРГИЙ ОТ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ФРАКТАЛЬНЫМ РЕЛЬЕФОМ

*С.В. Дюльдя, М.И. Братченко, М.А. Скоробогатов  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Для молекулярно-динамического (МД) кода MICKSER разработан метод моделирования отражения от поверхностей с фрактальными рельефами размерности  $2 \leq D \leq 3$  и скейлингом ширины интерфейса  $w(l) \propto (l/l_c)^{6-2D}$ . Рельефы моделируются по Монте-Карло обратным преобразованием Фурье характеристической функции двумерного дробного броуновского движения (fBM) со спектром мощности  $P(f) \propto f^{-(8-2D)}$  и фрактальны на масштабах  $l$  от  $\sim$  межатомных расстояний до  $\sim$  длины корреляции  $l_c$ . Для учета кратного отражения МД комбинируется с техникой трассировки лучей. При моделировании скользящего (угол скольжения  $\Psi_{in} = 4^\circ$ ) отражения 15 кэВ-ных ионов As от поверхностей Si с  $D = 2,2$  выявлен скейлинг  $R(w) \propto (w/l_c)^{-0,24}$  альbedo  $R$  ионов. Обнаружены сильные зависимости энергетических спектров и угловых распределений отраженных ионов от  $w$  при  $w < R_p \Psi_{in}$ , где  $R_p$  — пробег ионов. С ростом  $w$  эти зависимости выходят на насыщение. Это отвечает переходу к приближению Кирхгофа, в котором характеристики отражения масштабно инвариантны и могут изучаться методами оптики лучей. Таким образом, при оптимальном подборе энергии ионов и условий их падения характеристики отражения несут информацию о фрактальной шероховатости поверхности.

#### 9.07. ОБ ОДНОМ МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ СКАЧКОВ В СПЕКТРЕ КОГЕРЕНТНОГО ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ В ПОЛЕ ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗОГНУТЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛОСКОСТЕЙ АТОМОВ.

*Н.Ф. Шульга, В.В. Бойко*

*Институт теоретической физики им.А.И. Ахиезера ННЦ ХФТИ, г.Харьков  
shulga@kipt.kharkov.ua*

При движении релятивистского электрона в кристалле под малым углом к одной из кристаллографических плоскостей атомов возможны когерентный и интерференционный эффекты в излучении, благодаря которым спектральная плотность излучения содержит резкие максимумы с высокой интенсивностью в них [1,2]. Аналогичные эффекты возможны и при

движении частицы в поле периодически изогнутых кристаллических плоскостей атомов [3]. Положение максимумов в сечении излучения в этом случае, однако, определяется не только периодичностью в расположении кристаллических плоскостей атомов, но и периодом деформации этих плоскостей. Механизм возникновения максимумов в обоих случаях обусловлен законами сохранения энергии и импульса при излучении.

В настоящей работе предсказан новый механизм формирования резких скачков в спектре излучения, при движении частицы вдоль оси модуляции кристаллических плоскостей атомов. Этот механизм связан не с законами сохранения энергии и импульса при излучении, а со структурой асимптотик суммируемых в сечении функций. Он проявляется в области больших частот излученных фотонов.

1. M.L. Ter-Mikaelian. High-Energy Electromagnetic Processes in Condensed Media. Wiley Interscience, New-York, 1972.

2. A.I. Akhiezer, N.F. Shul'ga // *High-Energy Electrodynamics in matter, Gordon and Breach, Amsterdam, 1996.*

3. N.F. Shul'ga, V.V. Boyko // *JETP Letters* 2006, v. 84, p. 305-307.

#### 9.08. КАНАЛИРОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ И ПОЗИТРОНОВ В КРИСТАЛЛЕ

*В.Л. Мороховский*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Рассмотрена квантово-механическая задача движения релятивистского электрона (позитрона) в электрическом поле кристалла в случае, когда начальный импульс электрона направлен под малым углом к атомной плоскости кристалла, и существуют связанные состояния релятивистского электрона с атомной плоскостью, подобные состояниям “одномерного релятивистского атома”. Найдены аналитические выражения для волновых функций релятивистского электрона (позитрона) в модельном усредненном потенциале непрерывной плоскости, которые вместе с ортогонализированными плоскими волнами применяются в качестве базисных функций для количественных расчетов волновых функций релятивистского электрона (позитрона) в реальном потенциале кристалла.

#### 9.09. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛИРОВАННЫХ ЛЕГКИХ ИОНОВ, ОБУСЛОВЛЕННОЕ ВОЗМУЩЕНИЯМИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ В КРИСТАЛЛАХ

*А.Н. Дедик, Н.П. Дикий*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Предложена и реализована компьютерная модель для расчета движения тяжелых заряженных частиц средних энергий ( $\sim n$  МэВ/нуклон) в кристаллах.

С ее помощью исследовалось влияние на динамику пучка каналированных частиц возмущений электронной плотности вблизи поверхности Ферми, связанных с кильватерным эффектом и баркас-эффектом.

На основании проведенных расчетов обсуждаются возможные интерпретации результатов ряда экспериментов по измерению примесных атомов в монокристаллах с помощью метода каналирования.

#### 9.10. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В КРИСТАЛЛАХ В РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГИЙ.

*А.М. Азарцов, Г.Л. Бочек, Г.П. Васильев, А.А. Каплий, С.К. Куприч, В.И. Кулибаба, А.А. Мазилев, Н.И. Маслов, В.Д. Овчинник, С.М. Потин, В.И. Яловенко*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Разработана методика исследования спектральных характеристик тормозного излучения электронов в кристаллах на ускорителе с высокой скважностью. Методика основана на измерении относительной интенсивности характеристического рентгеновского излучения (ХРИ), возбуждаемого пучком тормозного излучения от ориентированного и разориентированного кристалла в специально подобранных мишенях. Эти мишени подбираются парами с близкими  $Z$ , например,  $Cu$  и  $Zn$  ( $K$  – края 8,98 и 9,66 кэВ соответственно);  $Zr$  и  $Mo$  (18 и 20 кэВ) и др. Вычисляется разница в количестве фотонов ХРИ от пары мишеней с ориентированным кристаллом на пучке электронов и такая же разница с разориентированным кристаллом. Отношение этих разниц дает величину превышения спектра от ориентированного кристалла над спектром от разориентированного кристалла в данной точке спектра. Эта методика может использоваться только в рентгеновской области энергий (до 90 кэВ).

Изготовлено дистанционно управляемое устройство, устанавливаемое на пучке тормозного излучения, содержащее 8 позиций для закрепления мишеней. Измерения спектров ХРИ производятся кремниевым плоскостным детектором под углом около  $160^\circ$ . Разрешение спектрометрического канала 1,45 кэВ при температуре  $200^\circ C$ . Детектор с предусилителем расположен в свинцовой защите. Устройство опробовано в работе на пучке  $\gamma$ -излучения от рентгеновской трубки с максимальной энергией фотонов 30 кэВ.



9.11. К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ  
ИЗЛУЧЕНИИ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ЭЛЕКТРОНА  
В ГЕОМЕТРИИ РАССЕЯНИЯ БРЭГГА

*С.В. Блажевич<sup>1</sup>, А.В. Носков<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Белгородский государственный университет;*

*<sup>2</sup>Белгородский университет потребительской кооперации*

Рассматривается параметрическое рентгеновское излучение (ПРИ) релятивистского электрона, пересекающего монокристаллическую пластинку в геометрии рассеяния Брэгга. На основе динамической теории дифракции [1] получено выражение для спектрально-углового распределения ПРИ и дифрагированного переходного излучения (ДПИ) с учетом асимметричного отражения. Рассмотрены вклады в выход ПРИ двух ветвей решения дисперсионного уравнения для рентгеновских волн в кристалле. Показано, что существуют условия, когда при одних углах наблюдения основной вклад в выход ПРИ дает одна ветвь, а при других углах другая ветвь. Исследован вклад ДПИ в суммарное излучение в зависимости от асимметрии отражения.

Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ, грант № 08-02-00173-а.

1. З. Пинскер. Дифракция рентгеновских лучей в идеальных кристаллах. М.: Наука, 1984.

## **Секция 10. Физические и экологические вопросы эксплуатации и модернизации ускорителей и ядерно-физических установок**

### **10.01. ОСЛАБЛЕНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, ВКЛЮЧАЮЩИМИ В СЕБЯ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ**

*А.В. Мазилов, И.Г. Гончаров, И.В. Гурин, А.Ю. Пикалов,  
Ю.П. Курило, С.И. Войчишин, А.В. Борзенко  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Исследованы защитные свойства углерод-углеродных образцов от гамма-излучения различных энергий. Использованы  $\gamma$ -спектрометр на основе германиевого радиационного детектора рентгеновского и гамма-излучения типа ДРГ-5-2 (диапазон энергий 5 кэВ...1 МэВ) и источники гамма-излучения из Am-241 ( $E_\gamma = 60$  кэВ) и Co-57 ( $E_\gamma = 122$  кэВ и 136 кэВ).

Показано, что массовые коэффициенты ослабления образцов, содержащих добавки Pb и Fe, в области низких энергий аномально выше, чем образцов, не содержащих добавок. Для гамма-излучения более высоких энергий, например, Cs-136 ( $E_\gamma = 660$  кэВ) или Co-60 ( $E_\gamma = 1,2$  и 1,3 МэВ), образцы становятся практически прозрачными.

### **10.02. КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ГАЗОВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ РАБОТЕ ЦИКЛОТРОНА СВ-28**

*А.В. Мазилов, Г.М. Солякова, Г.Д. Пугачев, А.Ю. Пикалов, Ю.П. Курило  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Для получения максимально возможного потока нейтронов в рабочих камерах циклотрона СВ-28 в качестве мишени, облучаемой ускоренными дейтронами с энергией 14 МэВ и током 100 мкА, выбран бериллий. Согласно [1], выход нейтронов составит примерно  $1,2 \cdot 10^{-2}$  нейтрон/дейтрон. Исходя из значений содержания в воздухе азота 75,5%, кислорода 23,15%, аргона 1,29%, сделан расчет наработки радиоактивных газов ( $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{41}\text{Ar}$ ) в рабочих камерах циклотрона. На основании полученных данных, а также учитывая объем рабочих камер и кратность воздухообмена, определены значения приземных концентраций указанных радионуклидов по оси факела на различных расстояниях от источника выброса с учетом периодов полураспада. Установлено, что содержание радиоактивных газов определяется изотопом  $^{13}\text{N}$ , максимальная концентрация которого достигается на расстоянии 180 м от источника и составляет  $2 \cdot 10^{-8}$  Ки/м<sup>3</sup>, что примерно в 4 раза ниже допустимого значения для населения.

1. M.A. Lone et al. Characteristics of Neutrons from Be Target Bombarded by Protons, Deuterons and Alpha Particles // *Nucl. Instrum. and Methods* 1981, v.189, p. 515-523.

10.03. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРИМЕНИМОСТИ ФОРМУЛЫ БРОДЕРА  
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НИЖЕ 1 МэВ

*А.В. Мазилев, Б.Н. Разукованный, И.Г. Гончаров,  
А.Г. Гриво, А.Ю. Пикалов, Ю.П. Курило  
ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

При прохождении гамма-излучения через многослойную защиту фактор накопления зависит от порядка расположения слоев защиты и определяется формулой Бродера, применимой для энергий от 1 до 10 МэВ [1].

В задачу настоящих исследований входила экспериментальная оценка кратности ослабления гамма-излучения с энергией от 0,01 до 1,2 МэВ при использовании двухслойной защиты Al + Pb и Cu + W различной толщины, не превышающей длину свободного пробега. Измерения показали, что кратность ослабления выше во всех случаях, когда легкий материал обращен к источнику. Это означает, что формула Бродера в определенной степени применима в области энергий ниже 1 МэВ и при толщинах ниже длины свободного пробега.

1. Вопросы физики защиты реакторов. Сборник статей под ред. Д.Л. Бродера и др. М.: Госатомиздат, 1963.

10.04. ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКИ «ЯЛІНА-БУСТЕР», УПРАВЛЯЕМОЙ  
ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКОМ НЕЙТРОНОВ

*А.И. Киевицкая, А.В. Куликовская, Б.А. Марцынкевич, К.К. Рутковская,  
Ю.Г. Фоков, А.М. Хильманович*

*Объединенный институт энергетических и ядерных исследований –Сосны,  
г.Минск, Беларусь*

Представлены результаты экспериментальных и расчетных исследований нейтроно-физических характеристик подкритической сборки «Яліна-Бустер» с высокообогащенным урановым топливом.

В качестве управляющих внешних источников использовались нуклидные источники  $^{252}\text{Cf}$  и генератор нейтронов НГ-12-1 с титан-дейтериевой мишенью.

Сравниваются расчетные и экспериментальные значения уровней подкритичности сборки. Представлены аксиальные и радиальные распределения плотностей потока нейтронов в экспериментальных каналах быстрой и тепловой зон, графитового отражателя.

Экспериментальные значения скоростей пороговых реакций в быстрой и тепловой зонах сравниваются с расчетными значениями, полученными по программе MCNP.

## 10.05. ЗАВИСИМОСТЬ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ОТ НАЧАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ПРОТОНОВ В ПРОТОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

*В.В. Деняк<sup>1</sup>, В.М. Хвастунов<sup>1</sup>, С.А. Пащук<sup>2</sup>, У.Р. Счелин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ННЦ “Харьковский физико-технический институт”, Украина;

<sup>2</sup>Федеральный технологический университет штата Парана, г. Куритиба, Бразилия.

Ещё в самой первой работе [1], посвящённой реконструкции изображения, полученного при прохождении протонов через вещество, было указано, что преимущество использования протонов вместо рентгеновских лучей возникает, когда их энергия выбирается как можно меньшей, но достаточной для прохождения исследуемого объекта насквозь.

В то же время существуют два эффекта, которые работают в противоположную сторону, увеличивая необходимую дозу облучения объекта с уменьшением энергии протонов.

Прежде всего, энергетические потери протонов в объекте становятся больше при малых начальных энергиях. Кроме этого, уменьшение энергии протонов ведёт к возрастанию страглинга, которое в свою очередь приводит к необходимости увеличивать количество протонов, чтобы измерять их энергию с заданной точностью.

В данной работе с использованием аналитических формул и компьютерного моделирования была исследована зависимость дозы получаемой исследуемым объектом от выбора начальной энергии протонов.

1. А.М. Koehler. Proton Radiography // *Science* 1968, v. 160, p. 303.

## 10.06. РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ЦИКЛОТРОНА CV-28

*Г.Д. Пугачев, А.В. Мазилев, В.А. Воронко, А.Ю. Пикалов*

*ННЦ “Харьковский физико-технический институт”*

Согласно [1], выход нейтронов из бериллиевой мишени при энергии дейтронов 14 МэВ и токе 100 мкА составит порядка  $7,5 \cdot 10^{13}$  нейтрон/с мА или  $1,2 \cdot 10^{-2}$  нейтрон/дейтрон.

Энергетический спектр нейтронов при взаимодействии пучка дейтронов с энергией 13,55 МэВ с бериллиевой мишенью взят из работы [2].

Сечения образования ядер  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  и  $^{41}\text{Ag}$  нейтронами для расчета активации воздуха взяты из [3].

Расчеты показывают, что максимальная энергия образовавшихся нейтронов под углом  $0^{\circ}$  будет достигать 18,3 МэВ, под углом  $90^{\circ}$  – 14,1 МэВ. Расчетные данные релаксации  $L$  для нейтронов с энергией 14 МэВ в бетоне плотностью 2,3 и 2,35 г/см<sup>3</sup> составили  $L_1 = 13,8$  см и  $L_2 = 12,9$  см, соответственно.

Толщина защиты для углов  $0^{\circ} \dots 50^{\circ}$  должна составлять 200 см бетона, а для углов  $50^{\circ} \dots 180^{\circ}$  – 180 см.

Запретный период входа в рабочие камеры определяется концентрацией в воздухе рабочей камере  $N^{13}$ . Грунтовые воды залегают на глубине больше 20 м и их активации не будет.

1. M.A. Lone et al. Characteristics of Neutrons from Be Target Bombarded by Protons, Deuterons and Alpha Particles // *Nucl. Instrum. and Methods* 1981, v. 189, p. 515-523.

2. L.Olah, A.M. El-Megrab et al. Investigation on neutron fields produced in  ${}^2\text{H}(d,n){}^3\text{He}$  and  ${}^9\text{Be}(d,n)$ ,  ${}^{10}\text{Be}$  reactions // *Nucl. Instrum. and Methods* 1998, v. A404, p. 373-380.

3. ENDF/B-VII

## 10.07. ВОПРОСЫ СЕРТИФИКАЦИИ УСКОРИТЕЛЯ ЭСУ-2

*А.Е. Лагутин*

*Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко, г.Минск*

Актуально, чтобы пригодность и качество результатов измерений при калибровке эталонов и средств измерения снабжались единой характеристикой точности, которой на сегодняшний день в соответствии с международными требованиями (ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. ISO, Geneva, 1993) является неопределенность – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Необходимо, чтобы метод для оценки и выражения неопределенности был единым во всем мире так, чтобы измерения, проводимые в разных странах, можно было легко сличить.

Это позволит выражать точность измерения в Беларуси в соответствии с международными нормами, что имеет одно из первостепенных значений при сотрудничестве с зарубежными странами, устранении технических барьеров посредством установления взаимного доверия к измерительной информации.

Метод неопределенности применялся для сертификации ЭСУ-2, входящего в состав исследовательско-технологического Центра коллективного пользования «Нанотехнологий и физической электроники» Белгосуниверситета.

## 10.08. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО УСКОРИТЕЛЯ «СОКОЛ» ИПФ НАН УКРАИНЫ

*И.Г. Игнатъев, В.И. Мирошниченко, А.М. Сиренко, В.Е. Сторижко*  
*Институт прикладной физики НАН Украины, г.Сумы*

Приводятся результаты экспериментального исследования рентгеновского излучения малогабаритного электростатического ускорителя (ЭСУ) «Сокол»

ИПФ НАН Украины (г. Сумы). Измерения мощности дозы излучения проводились на поверхности бака ЭСУ на уровне ускоряющей трубки при токе пучка ионов  $H^+$  26 мкА, в диапазоне энергий 600...1400 кэВ.

Установлено, что мощность дозы излучения превосходит уровень фона (12 мкР/час) в  $2 \cdot 10^4$  раз при энергии ионов 1400 кэВ и в 600 раз при энергии 600 кэВ.

Применение магнитной системы подавления радиационного излучения позволило уменьшить мощность дозы в 50 раз при энергии 1400 кэВ и в 100 раз при энергии 600 кэВ.

Другим полезным эффектом является уменьшение времени кондиционирования (тренировки) ускорителя до достижения энергии 1400 кэВ в десятки раз, что позволяет улучшить его эксплуатационные характеристики.

#### 10.09. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСКОРИТЕЛЯ ЛУЭ-300 С УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ СВЧ ПИТАНИЯ

*В.В. Аксютин, С.П. Гоков, О.А. Демешко, А.А. Иванов, В.И. Касилов,  
С.С. Кочетов, К.С. Кохнюк, Л.А. Махненко, П.Л. Махненко,  
И.В. Мельницкий, Л.Д. Салий, О.А. Шопен*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В настоящее время на ускорителе ЛУЭ-300 используется универсальная система СВЧ питания секций, которая позволяет работать в 3-х режимах:

- последовательного питания секции от одного клистрона;
- раздельного питания секции от двух клистронов;
- режим сложения мощности с выхода группирующей секции и второго клистрона на входе основной секции.

Это позволяет оптимизировать энергетический и токовый режим работы ускорителя в зависимости от поставленных задач. При этом в первых двух случаях, когда направленный ответвитель мощности системы работает в режиме максимальной связи между первичным и вторичным волноводами, особых проблем с настройкой не возникает.

В режиме сложения мощности, когда коэффициент связи в ответвителе составляет  $\sim 0.5$ , при перестройке ускорителя по энергии в процессе работы, из-за изменения фазы во втором клистроне при изменении напряжения, возникает необходимость дополнительной подстройки ответвителя.

Для устранения этого недостатка предполагается использовать систему автоматического поддержания заданной разности фаз на входе и выходе второго клистрона.

10.10. АНАЛИЗ РАБОТЫ УСКОРИТЕЛЯ ЛУЭ-300 В 2007 ГОДУ  
*В.В. Аксютин, С.П. Гоков, О.А. Демешко, А.А. Иванов, В.И. Касилов,  
С.С. Кочетов, К.С. Кохнюк, Л.А. Махненко, П.Л. Махненко,  
И.В. Мельницкий, Л.Д. Салий, О.А. Шопен*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

В докладе приведены данные по эксплуатации и усовершенствованию ускорителя ЛУЭ-300 в 2007г.

В истекшем году ускоритель отработал с пучком на различные ядерно-физические и прикладные программы 781 час. Выполнялись работы в рамках тематического плана по АНТ, Госпрограммы ЯМРТ-2010, а также хоздоговорам.

Достигнуты определенные результаты по оптимизации режимов ускорителя с универсальной системой СВЧ питания секций и разработке системы контроля параметров при радиационной обработке объектов, основанной на применении датчика в виде плоско-параллельной ионизационной камеры.

В докладе приводятся рабочие параметры пучка ускорителя в разных режимах, данные об использовании пучкового времени на разные задачи и программы.

Приводятся данные о состоянии (ресурсе) основного технологического оборудования (клизтронов, тиратронов и т. д.), краткий анализ основных видов неисправностей систем ускорителя, обсуждаются планы предполагаемых работ по их усовершенствованию и модернизации ускорителя в целом.

Основными целями модернизации являются: улучшение спектральных характеристик пучка, увеличение его стабильности и интенсивности на обоих выходах ускорителя.

Для достижения этих целей в программе работ 2008-2009гг. предполагается:

– Завершить реконструкцию системы охлаждения всего оборудования и обеспечить термостатирование секций и кольца обратной связи автогенератора.

– Установить 2-резонаторный предгруппирователь после пушки, который позволит улучшить захват электронов в процесс ускорения и в 1,5...2 раза увеличить амплитуду тока на входе основной секции.

– Ввести систему автоподстройки фазы второго клизтрона, что обеспечивает большую оперативность при перестройке энергетических режимов ускорителя.

10.11. СТАБИЛИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ИСТОЧНИКА  
ПИТАНИЯ НАКОПИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА ГЕНЕРАТОРА  
РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «НЕСТОР»

*В.Н. Лященко, В.И. Троценко, С.В. Шейко*

*Институт физики высоких энергий и ядерной физики ННЦ ХФТИ, г.Харьков*

Для контроля, управления и стабилизации выходного тока генератора постоянного тока П102 была разработана и протестирована схема, включающая:

- стандартный шунт для обратной связи стабилизатора тока;
- разработанный блок управления и стабилизации (БУС) в стандарте САМАС;
- блок усилителя мощности (УМ) для питания обмотки возбуждения генератора П102;
- система связи БУС и УМ;
- контроллер СС32 крейта САМАС и ЭВМ.

Разработано программное обеспечение.

Была измерена стабильность тока в нагрузке и его гармонический состав. Измерения выполнялись с периодом 2 секунды. Получена мгновенная относительная нестабильность  $\pm 1E-4$ , и средняя относительная нестабильность в течение часа  $\pm 3E-5$ .