

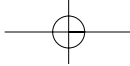
графии (заведующий кафедрой В.Л.Аксенов), которая базируется в ЛНФ, интеграция с высшей школой организуется также через Межфакультетский центр «Строение вещества и новые материалы» МГУ и Учебно-научный центр ОИЯИ. Ежегодно на базе ОИЯИ обучаются десятки студентов. Регулярно проводятся научные школы и конференции.

Все это позволило в полной мере реализовать творческое сотрудничество ведущих научных организаций стран-участниц ОИЯИ в развитии новых методов нейтронографии, которые вывели Институт на передовые рубежи в области нейтронных исследований конденсированного вещества.

## 7. Исследования эффекта Мёссбауэра

Ф.Л.Шапиро, пожалуй, был первым в нашей стране, который осознал значение открытого Р.Мёссбауэром в 1958 году эффекта резонансного поглощения  $\gamma$ -лучей ядрами без отдачи и открывающиеся возможности исследований с использованием этого эффекта. В 1959 году Ф.Л.Шапиро создает классическую теорию эффекта Мёссбауэра и предлагает использовать эффект Мёссбауэра на ядре  $^{67}\text{Zn}$  для наблюдения смещения энергии  $\gamma$ -кванта в поле тяжести Земли, предсказанного теорией относительности. В связи с этим в ЛНФ были развернуты исследования по подготовке такого эксперимента. В 1960 году в лаборатории был обнаружен эффект Мёссбауэра на ядре  $^{67}\text{Zn}$  с разрушением эффекта магнитным полем (Ф.Л.Шапиро, В.П.Алфименков, В.И.Лушиков, Ю.М.Останевич), а в 1962 году для  $\gamma$ -квантов с  $E = 92,7$  кэВ от ядра  $^{67}\text{Zn}$  был впервые измерен скоростной спектр эффекта Мёссбауэра и применен метод частотной модуляции  $\gamma$ -излучения для определения наблюдаемой ширины  $\gamma$ -резонанса, которая составила  $\sim 10^{-10}$  эВ. Впервые получены точности относительных измерений энергии  $\sim 5 \cdot 10^{-16}$  и измерены вероятности испускания ( $\sim 0,8 \cdot 10^{-2}$ ) и поглощения ( $\sim 2 \cdot 10^{-2}$ )  $\gamma$ -квантов без отдачи. Максимум резонансного поглощения  $\sim 2 \cdot 10^{-3}$  проявился при нулевой относительной скорости источника и поглотителя. Структура наблюдаемого энергетического спектра соответствовала наличию квадрупольного расщепления уровней ядра  $^{67}\text{Zn}$  в гексагональной кристаллической решетке ZnO – матрице источника и поглотителя (исследования выполнены упомянутой выше группой с привлечением А.В.Стрелкова и др.).

Малая величина эффекта на  $^{67}\text{Zn}$  и относительно короткий период полураспада материнского ядра  $^{67}\text{Ga}$  – 72 часа – существенно ограничивали проведение работ. С другой стороны,  $^{67}\text{Zn}$  оставался единственным мёссбауэровским ядром, с которым мог быть поставлен убедительный эксперимент по измерению изменения энергии  $\gamma$ -кванта в поле тяжести Земли. Так, для смещения линии  $^{67}\text{Zn}$  на полуширину достаточно разнести источник и поглотитель по высоте на 4,9 метра. Для такого же смещения линии  $^{57}\text{Fe}$  необходима разность по высоте в 3 км! В 1968 году А.И.Бескровным и Ю.М.Останевичем была разработана методика приготовления сильных источников с излучателем  $^{67}\text{Ga}$  и применен токовый метод регистрации мёссбауэровских спектров. Использование этих методик позволило примерно в 200 раз сократить время измерений по сравнению с традиционным способом регистрации. В качестве матрицы для источника, дающего одиночную линию, была использована окись магния, но ве-



личина эффекта оказалась также малой. С этими результатами и были прекращены работы с  $^{67}\text{Zn}$ .

В 1962 году впервые был обнаружен группой Ф.Л.Шапиро эффект Мёссбауэра на ядре  $^{149}\text{Sm}$  для  $\gamma$ -квантов с энергией 22 кэВ и определены ширина резонансной линии и спин возбужденного состояния.

Преимущественно эффект Мёссбауэра использовался в исследованиях по физике конденсированного состояния. Наиболее часто такие исследования проводились с ядром  $^{57}\text{Fe}$ . В ЛНФ были созданы экспериментальная установка для работы с  $^{57}\text{Fe}$ , криостат и высокотемпературная печь, которые давали возможность проводить исследования от гелиевых температур до 1000 К. Спектры обрабатывались на современных ЭВМ. Это была, пожалуй, лучшая мёссбауэровская установка в странах-участницах ОИЯИ. На этой установке проведен Г.Н.Гончаровым, Ю.М.Останевичем и С.Б.Томиловым цикл исследований щелочных железосодержащих силикатных стекол. В системе  $\text{FeS}(1+x)$  подробно исследована зависимость магнитного поля на ядрах железа, находящихся в различных кристаллографических позициях, от количества избыточной серы, Л.Чером и Ю.М.Останевичем был исследован сплав  $\text{Fe}_3\text{Al}$  и предложена микроскопическая модель магнитной структуры. В проводимых работах постоянно принимали участие сотрудники из стран-участниц.

## **8. Исследования на электростатических генераторах и переходное излучение**

### *Ядерные реакции*

Исследования ядерных реакций на легких ядрах проводились еще в Гидротехнической лаборатории до организации ОИЯИ по программе создания ядерного оружия под руководством И.В.Курчатова. После организации ОИЯИ коллектив сотрудников, работавших по этой тематике, вошел в состав Лаборатории ядерных проблем, а после создания ЛНФ он был переведен в новую лабораторию в полном составе. Исследования проводились на двух ускорителях, находящихся в корпусе «У»: каскадном генераторе с энергией до 300 кэВ и ускорителе типа Ван-де-Граафа на энергию до 1,8 МэВ. Оба ускорителя были приспособлены для ускорения радиоактивного изотопа водорода – трития. Измерялись полные и дифференциальные сечения и угловые распределения реакций, вызываемых ускоренными ионами трития при бомбардировке различных мишеней  $\text{D}+\text{T}$ ,  $\text{T}+\text{T}$ ,  $^3\text{He}+\text{T}$ ,  $^{12}\text{C}+\text{T}$ ,  $^{16}\text{O}+\text{T}$ , а также сечения упругого рассеяния ионов трития на легких ядрах.

В 1965 году был введен в строй новый электростатический генератор ЭГ-5, на котором была достигнута максимальная энергия 4,7 МэВ. Ускоритель проектировал и его строительство выполнил НИИЭФА (Ленинград). Курировал эти работы от ЛНФ Г.М.Осетинский. Эксплуатацией нового ускорителя занималась специальная группа во главе с И.А.Чепурченко.

Были продолжены комплексные исследования ядерных реакций на легких ядрах  $^7\text{Li}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{22}\text{Ne}$ ,  $^{28}\text{Si}$  на пучках ускоренных дейтронов и ионов с выходом протонов, дейтронов и  $\alpha$ -частиц. Измерялись угловые распределения, дифференциальные и полные сечения выхода продуктов ядерных реакций в широком диапазоне

