

ДИНАМИКА

ЭЛЕКТРОННО-ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ
СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ СОВМЕЩЕНИЯ
ФМР и ЯМР

В настоящее время изучение магнитоупорядоченных материалов немислимо без использования ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Этот метод находит все более широкое применение при исследовании электронной и магнитной структуры ферромагнетиков, а также в некоторых практических устройствах. С этим связан постоянный интерес физиков — магнитологов, изучающих динамику ядерной магнитной системы ферромагнетика.

Однако в хорошо изученной области физики магнитных явлений оставались и свои «белые пятна». К их числу относилась прежде всего динамика ядерной системы в условиях совмещения частот ферромагнитного резонанса (ФМР) и ЯМР. Именно в этом направлении были сконцентрированы усилия теоретиков и экспериментаторов.

Уже в первых теоретических исследованиях проблемы, проведенных в институте в 1963—1967 гг., доказана возможность совмещения частот ЯМР и ФМР и рассмотрены связанные электронно-ядерные колебания в области совмещения. Эти работы были продолжены затем в других институтах нашей страны и в США. Связанные электронно-ядерные колебания впервые обнаружены экспериментально в Институте металлофизики АН УССР в 1971 г. Дальнейшие исследования тормозились из-за недостаточного развития теории. В серии теоретических работ 1974-76 гг., выполненных в Институте физики, подробно изучены стационарные и переходные процессы в области совмещения ЯМР и ФМР, предсказан ряд интересных эффектов и, прежде всего, явление электронно-ядерного магнитного резонанса (ЭЯМР). Суть его в том, что в области совмещения при прохождении по частоте на фоне широкой линии ФМР должен наблюдаться перевернутый и многократно усиленный сигнал ядерного резонанса. Нетрудно догадаться, что

пользовано как новый метод изучения ЯМР в ферромагнетиках. Специальные эксперименты, впервые поставленные в институте, позволили обнаружить предсказанное теоретически явление ЭЯМР в тонких ферромагнитных пленках. В настоящее время продолжают теоретические и экспериментальные исследования возможностей метода ЭЯМР.

Другим «белым пятном» в физике ядерной системы ферромагнетика оставались так называемые квазистационарные переходные процессы, которые реализуются в том случае, когда ядерная намагниченность инвертирована по отношению к своему равновесному направлению (в парамагнетиках такие процессы используют для лазерного усиления импульсов высокочастотного поля). Изучена не только возможность инверсии ядерной системы, но и предложен новый способ достижения инверсии — импульсное перемагничивание ферромагнетика. Такой способ дает возможность инвентировать ядерную систему даже в том случае, когда линия ЯМР имеет сильное неоднородное уширение и обычные методы оказываются непригодными. Инвентирование ядерной системы методом импульсного перемагничивания также впервые экспериментально осуществлено в институте. Дальнейшие теоретические исследования доказали возможность усиления энергии ВЧ поля инвентированной ядерной системой ферромагнетика вдали от области совмещения ЯМР и ФМР. В области совмещения, как оказалось, усиление невозможно, а инверсия ядерной системы приводит к дополнительному поглощению энергии ВЧ поля.

В. ИГНАТЧЕНКО,
заведующий теоретическим отделом Института физики им. Л. В. Киренского СО АН СССР доктор физико-математических наук, профессор.

г. КРАСНОЯРСК.