*Тезисы доклада*

**Функциональные магниточувствительные наноматериалы с эффектом гигантского магнитосопротивления**

Миляев М.А., ИФМ УрО РАН, доклад 18.05.2023.

Магнитные металлические сверхрешетки с гигантским магниторезистивным (ГМР) эффектом являются магниточувствительными наноматериалами, обладающими важными функциональными характеристиками для разработки на их основе инновационных изделий магнитоэлектроники. Основное преимущество ГМР материалов заключается в высоком уровне полезного сигнала по отношению к фону, что обеспечивает более надежное функционирование устройств и повышает предел их чувствительности к магнитному полю. К важным для практического использования относятся также: высокая устойчивость ГМР материалов к радиационному воздействию и широкий диапазон рабочих температур – от температуры жидкого гелия до 500–550 К. За счет соответствующей оптимизации композиции многослойной структуры поля магнитного насыщения ГМР сверхрешеток могут быть изменены в пределах – от 50–100 эрстед до нескольких десятков килоэрстед, что дает возможность разрабатывать ГМР среды для решения широкого спектра практических задач. Несмотря на указанные положительные свойства, данный тип наноматериалов в России имеет весьма ограниченное применение. Это обусловлено тем, что для разработки магниточувствительных элементов электронной компонентной базы на основе ГМР сверхрешеток необходимо, чтобы исходная среда обладала не только большой величиной магнитосопротивления, но также набором других важных функциональных характеристик. А именно, конкретной величиной поля магнитного насыщения, высокой чувствительностью, слабым гистерезисом, выраженным линейным изменением сопротивления в зависимости от магнитного поля, а также долговременной стабильностью указанных свойств. К наиболее сложным для оптимизации характеристикам относятся гистерезис и линейность. Это обусловлено тем, что до настоящего времени не выработано научно обоснованных подходов для целенаправленного управления данными свойствами.

Синтез ГМР наноматериалов с оптимальными сочетаниями функциональных характеристик является сложной научно-технологической задачей, которая может быть решена только при использовании специализированного технологического и аналитического оборудования и наличии квалифицированного персонала, имеющего опыт работы с данными наноматериалами. Следует отдельно отметить, что для получения ГМР сред, функционирующих в различных диапазонах магнитных полей, необходимо каждый раз разрабатывать свой тип многослойной структуры, находить оптимальные составы магнитных и немагнитных сплавов и оптимизировать технологию их получения.

Коллектив сотрудников из ИФМ УрО РАН имеет необходимое научное и технологическое оборудование и обладает многолетним опытом работы с различными типами ГМР наноматериалов. В частности, были получены сверхрешетки Co90Fe10/Cu с полями насыщения около 10 кЭ и величиной магнитосопротивления 83% при комнатной температуре, что является вторым по величине результатом в мире для магнитных сверхрешеток. В лаборатории фирмы IBM для сверхрешеток того же состава было получено магнитосопротивление лишь 63%. Для области слабых магнитных полей диапазона 100-200 эрстед в ИФМ УрО РАН были разработаны сверхрешетки, которые по основным функциональным характеристикам превосходят, например, базовый ГМР материал, используемый фирмой NVE Corporation (США) для создания линейки коммерческих ГМР сенсоров. Полученные сверхрешетки по функциональным характеристикам также превосходят аналогичные ГМР материалы, созданные в европейских лабораториях и лабораториях Японии.

В докладе будут обсуждены особенности ГМР наноматериалов, обозначены направления использования ГМР сенсоров и устройств на их основе. Особое внимание будет уделено технологическим аспектам получения многослойных наноструктур и разработанным в ИФМ УрО РАН подходам, позволяющим синтезировать многослойные ГМР наноструктуры с функциональными характеристиками, превосходящими зарубежные аналоги. Будут обсуждены вопросы, касающиеся взаимодействия с отечественными предприятиями радиоэлектронной промышленности, заинтересованными в разработке на базе ГМР наноматериалов высокочувствительных магнитных сенсоров и других изделий магнитоэлектроники и спинтроники.