

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Младена КОТУРА на тему:
«Низкотемпературная ядерная спин-решёточная релаксация в n-GaAs»,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – физика полупроводников

Актуальность избранной темы диссертации определяется важностью формирования правильных представлений о механизмах протекания физических процессов в спиновой системе твердых тел и, особенно, полупроводников, в которых в силу особенности их электрических свойств возможно изменение концентрации свободных носителей заряда в широких пределах путем подходящего легирования. Присутствие свободных носителей заряда приводит к дополнительным каналам взаимодействия между их спинами и спинами атомных ядер и к формированию нелинейной электронно-ядерной спиновой системы со своими специфическими свойствами, которые к настоящему времени не доведены до понимания на количественном уровне.

Подход сравнения результатов исследований указанных процессов в образцах с кардинально различающейся концентрацией свободных электронов, как показано в работе, позволяет выяснить новые, ранее неизвестные детали протекания указанных процессов, что определило, в частности, и **новизну** полученных экспериментальных данных. Другим важным достоинством диссертационной работы является создание **новой** усовершенствованной экспериментальной установки для реализации предложенной ранее методики измерений низкотемпературной релаксации ядерного спина в отсутствие оптического возбуждения. В работе продемонстрирована работоспособность такой методики в широком интервале магнитных полей, а полученные с ее помощью **новые** экспериментальные результаты привели к **обоснованному** теоретически выводу об изменении механизма ядерной спиновой релаксации при уменьшении магнитного поля для низколегированных кремнием образцов n-GaAs от ядерной спиновой диффузии к квадрупольной релаксации. На образцах с металлическим характером проводимости получен и вовсе неожиданный результат о превышении локального магнитного поля его значения, характерного для ядерного спин-спинового взаимодействия и которое возрастает с температурой. Это привело к обоснованию вывода об ограниченности диапазона величин магнитного поля, где применима теория Корринги, и необходимости проведения дополнительных экспериментальных и теоретических исследований в таких образцах, что будет, несомненно способствовать развитию этого научного направления.

Достоверность полученных результатов и выводов работы подтверждается воспроизводимостью результатов измерений и оценкой экспериментальных погрешностей, хорошим согласием экспериментальных данных с теоретически рассчитанными величинами, а также совпадением данных, полученных использованным в

работе фотолюминесцентным методом и методом измерений спиновых шумов, выполненных независимо другой научной группой на схожих образцах.

По диссертации имеются следующие замечания.

Диссертация содержит большое количество неполных, неудачных фраз и неточностей.

На стр.4 -говорится об «оптической ориентации», но не говорится чего (спина электрона или спина ядра);

на стр.5 - фраза «Темная релаксация при отсутствии пучка, который даже будучи на 20 мэВ ниже края зоны» требует разъяснения

на стр .6 - обозначение T1 – не определено

на стр. 25 - вводится сокращение ФУМ, которое раскрывается только на стр. 28

на стр. 30 - при описании схемы эксперимента не описаны устройство и инерционность источника магнитного поля,

на стр. 34 – подпись к рис 3.2 «зависимость скорости релаксации от магнитного поля», а в тексте написано «зависимость магнитного поля от скорости релаксации»

на стр. 34 – «анализируя данные рис 2.2 легко видеть, что время релаксации... больше, чем... по уравнению (1.16)» требует пояснения

на стр. 45 термин «сопротивление на квадрат» требует разъяснения

на стр. 45 делается вывод от прыжковой проводимости с температурной зависимостью по закону Мотта, но это не продемонстрировано графиком в координатах Мотта, которые принято использовать в таком случае

Во всей диссертации используется понятие «металлическая фаза», но не говорится при какой температуре она возникает в GaAs с использованным уровнем легирования

В целом, по своему научному содержанию диссертация Младена КОТУРА на тему «Низкотемпературная ядерная спин-решёточная релаксация в n-GaAs» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения учёных степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Младен КОТУР заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Член диссертационного совета

доктор физико-математических наук, профессор

23.11.2017



О.Ф. Вывенко