

Отзыв

На автореферат диссертации Кулеева Ивана Игоревича **«Фокусировка фононов, электронный и фононный транспорт в упруго анизотропных металлических и диэлектрических кристаллах и наноструктурах на их основе»**, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук,
по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Кулеева И.И. посвящена развитию теории электронного и фононного транспорта в упруго анизотропных кристаллах и наноструктурах с учётом эффекта фокусировки фононов. Автором проведено фундаментальное исследование, в котором впервые последовательно учтено влияние анизотропии упругих свойств и квазипоперечных фононов на кинетические явления, что позволило решить ряд проблем физики конденсированного состояния, в частности рассчитать анизотропию теплопроводности нанопроводов различных сечений широкого класса материалов и объяснить аномалии термоэдс увлечения и электросопротивления при низких температурах.

Проведённый в работе анализ динамических характеристик упругих волн позволил предложить универсальную классификацию кубических кристаллов на два типа в соответствии со знаком параметра анизотропии, что существенно упрощает анализ фононного транспорта. Разработанный автором метод расчёта теплопроводности для образцов конечных размеров сложного сечения дал исчерпывающее физическое объяснение эффектов фононной фокусировки. Особого внимания заслуживает исследование роли квазипоперечных фононов и сдвиговых волн в электрон-фононной релаксации. Показано, что их вклад является доминирующим в электросопротивлении щелочных и благородных металлов, что позволило впервые достичь количественного согласия с экспериментальными данными в широком температурном диапазоне без использования подгоночных параметров.

Помимо значимых фундаментальных результатов, работа обладает высокой практической значимостью. Полученные результаты позволяют определять кристаллографические направления в наноструктурах, обеспечивающие максимальную величину теплопроводности, что критически важно для микро- и нанoeлектроники. Совокупность этих результатов, безусловно, представляет собой крупный вклад в физику конденсированного состояния и открывает новые перспективы для управления тепловыми и электрическими свойствами материалов.

Материал в автореферате диссертации Кулеева И.И. представлен полно, систематично и наглядно. Полученные результаты опубликованы в 24 статьях в ведущих рецензируемых журналах и трёх монографиях, тематика которых полностью соответствует специальности соискателя.

На основании содержания автореферата можно заключить, что работа Кулеева И.И. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 1.3.8 — Физика конденсированного состояния, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук.

Чернодубов Даниил Андреевич,
кандидат физико-математических наук,
Старший научный сотрудник Ресурсного центра электрофизических методов
КК НБИКС-ПТ НИЦ «Курчатовский институт»,
123098, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1,
Тел.: +7 (499) 196-71-00, доб. 3293,
e-mail: Chernodubov_DA@nrcki.ru
«26» сентября 2025 г.

Подпись Чернодубова Даниила Андреевича. *Заведующий*

Первый заместитель главного ученого секретаря
руководитель службы главного ученого секретаря
НИЦ «Курчатовский институт»

К.Е. Борисов

С отзывом ознакомлен
Кулеев И.И.

6 октября 2025