

О Т З Ы В

об автореферате диссертации П.С. Алексеева
“Гидродинамические явления в наноструктурах”,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 1.3.3 - "Теоретическая физика"

В последние несколько лет в ряде современных материалов с очень малым числом дефектов (высокоподвижные графен, слоистый металл PdCoO_2 , вейлевский полуметалл Wp_2 , квантовые ямы GaAs) было обнаружено, что межэлектронное взаимодействие приводит к формированию вязкой электронной жидкости. Благодаря этому реализуется гидродинамический режим электрического транспорта, в котором электропроводность образца определяется неоднородными потоками вязкой электронной жидкости. Теория такого режима транспорта начала развиваться очень давно (с 1960-х годов) в работах Р.Н. Гуржи и его коллег. В этих работах рассматривались объёмные металлы, в которых вязкая электронная жидкость формируется за счет сильного электрон-фононного взаимодействия. В 2015 - 16 гг. такой режим был реализован в электронных системах, в которых главную роль играет межэлектронное кулоновское взаимодействие. В недавних экспериментальных работах были обнаружены очень необычные низкочастотные и высокочастотные явления, которые не нашли объяснения в рамках теории Р.Н. Гуржи и его соавторов. Таким образом, развитие теории гидродинамического режима электронного транспорта и связанных с ним явлений является актуальной задачей. Диссертация П.С. Алексеева посвящена построению последовательной теории гидродинамического транспорта электронов, которая, в частности, позволяет объяснить эксперименты по наблюдению такого режима.

В работе получены следующие основные результаты:

Установлено формирование вязкой электронной жидкости в квантовых ямах GaAs с высокой подвижностью носителей и объяснено наблюдавшееся в них температурно-зависимого гигантского отрицательного магнетосопротивления;

Предсказаны и теоретически изучены высокочастотные явления в вязкой электронной жидкости: магнитный резонанс за счёт динамики сдвиговых напряжений и сдвиговые магнитозвуковые волны. Показано, что именно эти явления наблюдались в квантовых ямах GaAs с высокой подвижностью.

Построена теория гидродинамического магнетотранспорта в электрон-дырочных системах. В частности, изучено большое линейное магнетосопротивление, обусловленное формированием прикраеых слоёв течения за счёт рекомбинации носителей.

Обнаружен и теоретическое изучен баллистически-гидродинамический переход в длинных чистых образцах с ростом магнитного поля, определяемый редкими межэлектронными столкновениями и баллистическими размерными эффектами.

Таким образом, в работе разработана последовательная теория гидродинамической проводимости электронов, а также предсказан и объяснен ряд новых эффектов.

Диссертация П.С. Алексеева представляет собой законченную фундаментальную научную работу в новом актуальном направлении физики конденсированных сред. Результаты работы опубликованы в ведущих научных журналах и широко известны по многочисленным докладам на конференциях. Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» Правительства России № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Павел Сергеевич Алексеев безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3 - "Теоретическая физика".

Мирон Соломонович.Каган

Доктор физ.-мат.наук,

Зав. лаб. электронных процессов в полупроводниковых материалах,

Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук

125009 Москва, Моховая ул., 11, стр. 7

Тел.: +7 495 6293361

E-mail: kagan@cplire.ru

Отзыв удостоверяю

Ученый секретарь ИРЭ РАН,

к.ф.-м.н (И.И.Чусов)

18 апреля 2022 г.