

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алексева Павла Сергеевича  
«Гидродинамические явления в наноструктурах», представленной  
на соискание ученой степени доктора физико-математических наук  
по специальности 1.3.3. -Теоретическая физика

В связи с интенсивным развитием технологии низкоразмерных структур, которые уже нашли многочисленные приборные применения, описание зарядового транспорта в таких структурах перешло в разряд вопросов, ключевых для создания новых устройств электроники и фотоники. По этой причине построение теории процессов зарядового переноса в двумерных наноструктурах и объяснение выявленных к настоящему времени фундаментальных закономерностей процессов протекания заряда является в высокой степени **актуальным**.

Диссертационная работа П.С. Алексева посвящена построению теории гидродинамического транспорта в двумерных электронных и электронно-дырочных системах и объяснению недавно выполненных экспериментов по электрическому транспорту в этих системах, свидетельствующих о гидродинамическом характере процессов зарядопереноса в сверхчистом графене, квазидвумерном PdCoO<sub>2</sub> и вейлевском полуметалле Wp<sub>2</sub>. Следует сразу отметить, что П.С. Алексеву удалось достичь амбициозно сформулированную цель диссертационной работы и **добиться существенных результатов в развитии этого актуального направления**.

В частности, автором диссертации **впервые** развито теоретическое описание гидродинамических эффектов при электрическом транспорте в двумерных системах, в которых, помимо пространственной неоднородности потоков, существенными оказываются пространственно-неоднородные возмущения и исследован механизм формирования вязкой жидкости из совокупности слабо взаимодействующих электронов.

Диссертационная работа П.С. Алексева характеризуется **высокой степенью новизны** - в работе объяснен эффект гигантского отрицательного магнетосопротивления и аномальный пик фотосопротивления в GaAs квантовых ямах, предсказан новый тип магнитного резонанса в вязких газе и жидкости из двумерных электронов, выполнены микроскопический вывод уравнений Навье-Стокса для существенно-неидеальной электронной ферми-жидкости и микроскопический расчёт вязкости двумерного слабо-неидеального электронного ферми-газа с учётом взаимодействия электронов. **Новизна**



диссертационных исследований далеко не исчерпывается отмеченным выше, набор теоретически описанных и предсказанных автором диссертации новых эффектов и явлений существенно шире. Научная и практическая значимость работы, в первую очередь, определяется результатами, относящимися к объяснению экспериментальных данных, относящихся к гигантскому отрицательному температурно-зависимому магнетосопротивлению, обнаруженному в квантовых ямах GaAs. **Выносимые** П.С. Алексеевым **на защиту положения сомнений не вызывают.** Автореферат достаточно подробно представляет большой объем теоретических исследований, выполненных автором в рамках диссертационной работы **на высоком научном уровне**, результаты которых преимущественно опубликованы в статьях журналов Physical Review и Physical Review Letters. Автореферат хорошо иллюстрирован.

К смысловому содержанию автореферата замечаний нет. Однако следует отметить отсутствие раскрытия в его тексте используемого обозначения  $R_c$  и то, что на графиках рисунка 7 потерян нижний индекс переменной, откладываемой по оси абсцисс. Также, с моей точки зрения, многократно фигурирующие в автореферате выражения «высокоподвижные квантовые ямы» и «высокоподвижные материалы» являются жаргонными.

Отмеченное не снижает высокую оценку диссертационной работы П.С. Алексеева, которая, насколько можно судить по автореферату, **полностью удовлетворяет** необходимым требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 11 сентября 2021 г.), а ее автор заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. - «теоретическая физика».

Заведующий кафедрой физики  
и технологии наногетероструктур,  
ученый секретарь СПбАУ РАН,  
д. ф.-м. н., профессор  
14 апреля 2022 г.

Липовский А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алфёрова Российской академии наук» (СПбАУ РАН им. Ж.И. Алфёрова)  
адрес: 194021, Санкт-Петербург, улица Хлопина, дом 8, корпус 3, литер А  
телефон: +7 (812) 297-21-45, e-mail: office@spbau.ru