

**Рецензия на бакалаврскую работу Г.С. Селезнёва  
«Джозефсоновский диодный эффект в резистивной модели с ёмкостью»**

В бакалаврской дипломной работе Глеба Селезнева исследован джозефсоновский диодный эффект на примере асимметричного СКВИДа, ток-фазовое соотношение в котором описывается «минимальной» моделью, подразумевающей наличие дополнительной второй гармоники. Для описания эффекта используется резистивно-ёмкостная модель, что является уточнением решённой ранее в литературе задачи без учёта ёмкости в аналогичной системе. В рамках выбранной модели вычислены вольт-амперная характеристика (ВАХ) контакта, исследовано гистерезисное поведение напряжения на контакте при изменении тока и изучены первая и половинная ступеньки Шапиро. Также для случая нулевой ёмкости контакта в работе было показано, что асимметрия тепловых флуктуаций в случае достаточно малых температур может быть экспоненциально сильной, что также является интересным проявлением джозефсоновского диодного эффекта.

Тема исследования интересна в связи с тем, что подобные сверхпроводящие диоды могут быть использованы в качестве элементов низкотемпературной квантовой электроники, в частности, квантовых компьютеров. По сравнению с известными из литературы результатами, в работе учтена ненулевая ёмкость контакта, что, на первый взгляд, является чисто техническим результатом. Тем не менее, наличие ёмкости приводит к гистерезисному поведению напряжения на контакте, и в работе обнаружен интересный эффект, который возникает, когда параметр МакКамбера лежит в некотором диапазоне. Этот эффект назван «односторонним» гистерезисом и проявляется в том, что гистерезис возникает только при токе, текущем в одном определённом направлении.

В целом результаты работы содержательны и интересны, расчёты проведённые в работе выполнены аккуратно. Однако, хотелось бы сформулировать следующие замечания:

1. В разделе 2, где выполнено вычисление ВАХ и обсуждается гистерезисное поведение среднего напряжения, остаётся не до конца понятным, почему одному и тому же значения тока соответствуют только два значения среднего напряжения, а не больше. Кроме того, на рисунке 6 не обозначены в явном виде прямая и обратная ветвь гистерезиса, что усложняет понимание указанного эффекта.
2. В аннотации работы указано, что ток-фазовое соотношение содержит высшие гармоники, несмотря на то, что в самой работе речь идёт только о второй гармонике. Было бы хорошо хотя бы качественно прокомментировать, какие из изученных эффектов изменяться и в какой степени, если ток фазовое соотношение: (а) будет содержать только третью (нечётную) гармонику; (б) несколько различных высших гармоник сравнимых амплитуд?

Указанные замечания не снижают научную ценность полученных в дипломной работе результатов. В целом, считаю, что представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к бакалаврским дипломным работам. Рекомендую оценку отлично (9).

16.06.2023 г.

Доктор физ.-мат. наук,  
научный сотрудник ИТФ им. Л.Д. Ландау

С.С. Апостолов