

Электрический ток способен проходить сквозь тонкий слой изолятора между двумя сверхпроводниками. Пара контактов такого типа позволяет с высочайшей точностью измерять интенсивность магнитного поля.

Теория сверхпроводимости Бардина—Купера—Шриффера объясняет, почему при сверхнизких температурах электрическое сопротивление ряда веществ падает практически до нуля, так что электрический ток может циркулировать в них без потерь очень долго. В основе этого механизма лежит *спаривание электронов по Куперу*, смысл которого заключается в том, что спаренные электроны с противоположно направленным спином практически перестают испытывать сопротивление со стороны проводника, в отличие от одиночных электронов, обеспечивающих электропроводность в обычных условиях.

В 1962 году Брайан Джозефсон — будучи тогда всего лишь студентом-старшекурсником — сообразил, что два сверхпроводящих слоя, разделенные ничтожно тонкой прослойкой изолятора всего в несколько атомов толщиной, будут вести себя как единая система. Применив к такой системе принципы квантовой механики, он показал, что куперовские пары будут преодолевать этот барьер (теперь его принято называть *переходом Джозефсона*) даже при отсутствии приложенного к ним напряжения. Существование электрического тока подобного рода вскоре было подтверждено экспериментально, а сам эффект также получил название *стационарного эффекта Джозефсона*.

Если же приложить постоянное напряжение по обе стороны перехода, квантовая механика предсказывает, что куперовские пары электронов начнут перемещаться через барьер сначала в одном направлении, а затем в обратном, в результате чего возникнет переменный ток, частота которого увеличивается по мере роста напряжения. Этот эффект получил название *нестационарного эффекта Джозефсона*. Поскольку частоту тока можно измерить с большой точностью, эффект переменного тока теперь используется для высокоточной калибровки напряжений.

Однако, пожалуй, самое распространенное практическое применение эффекта Джозефсона вытекает из другого прогноза, даваемого квантовой механикой. Если сделать небольшой сверхпроводящий контур с двумя встроенными переходами Джозефсона на каждом конце, а затем пропустить по нему ток, мы получим прибор под названием «сверхпроводниковый квантовый интерферометр», или СКВИД (от английского SQUID — Superconducting QUantum Interference Device). В зависимости от интенсивности внешнего электромагнитного поля ток в его цепи может изменяться от

нуля (когда токи, идущие от двух переходов, взаимно гасятся) до максимума (когда они однонаправлены и усиливают друг друга).

Сверхпроводниковый квантовый интерферометр — самый точный на сегодняшний день прибор для измерения магнитных полей, и при этом весьма компактный. Он находит самое широкое практическое применение в самых разных областях, начиная с предсказания землетрясений и заканчивая медицинской диагностикой (см. рисунок). А учит нас история эффекта Джозефсона тому, что самое отвлеченное, казалось бы, физическое открытие может принести колоссальную практическую пользу.