

Особенности тока через джозефсоновский контакт в переменном внешнем поле

Джозефсоновский контакт — это контакт между двумя сверхпроводниками через некоторую «слабую связь». В простейшем случае — это контакт через слой диэлектрика, и ток зависит от разности фаз параметров порядка двух берегов как $I(\varphi) = I_c \sin \varphi$. При заданном внешнем токе, превышающем критическое значение I_c , в системе возникает джозефсоновская генерация (контакт генерирует волны определенной частоты, это также называется нестационарным эффектом Джозефсона). При облучении контакта внешним полем возможны нетривиальные эффекты, связанные с синхронизацией внешнего поля и внутренних джозефсоновских осцилляций. На вольт-амперной характеристике возникают особенности, которые называются ступеньками Шапиро.

Простейшая модель, в рамках которой можно рассмотреть эти эффекты — так называемая резистивная модель (RSJ model). Хотя ступеньки Шапиро изучаются с 1960-х годов, тем не менее в рамках этой темы остаются некоторые противоречивые вопросы. В рамках предлагаемой задачи планируется разобраться с вопросом о возможности так называемых дробных ступенек Шапиро (и их характеристиках).

Собственно уравнения резистивной модели джозефсоновского контакта довольно простые, ознакомиться с ними можно, например, в параграфе 22 книги В.В. Шмидт, [«Введение в физику сверхпроводников»](#) (2000). Но для понимания физики задачи, естественно, желательно иметь представление (хотя бы общее) о сверхпроводимости и эффекте Джозефсона в целом. Для этого можно ознакомиться с предыдущими параграфами главы IV той же книги, а также с главой I.

Про ступеньки Шапиро можно прочитать в параграфах 11.1 и 11.3 книги А. Barone, G. Paterno, [«Physics and Applications of the Josephson Effect»](#) (1982).

Для решения задачи понадобится уверенное владение приближенными методами аналитических вычислений в духе курса

<https://chair.itp.ac.ru/index.php?sub=curriculum/approxMethodsAnalitCalc&year=2023&sem=2>

Также в задаче будет полезен численный счет (скорее всего, будет достаточно счета в программе типа Wolfram Mathematica).