

Квантовый эталон ампера.

Будущее переопределение международной системы единиц через фундаментальные константы требует надежного высокоточного квантового эталона основной единицы силы электрического тока ампера. Однако, надежность любого одноэлектронного источника тока, порождающего номинально квантованный выходной ток $I = ef$ путем эмиссии одиночных электронов зарядом e с частотой f , в конечном счете, ограничена стохастическим характером квантово-механического процесса туннелирования. Экспериментально уже исследован путь преодоления этого фундаментального ограничения поочередным подключением тактовых одноэлектронных излучателей с несколькими *in situ* монокристаллическими одноэлектронными детекторами [1]. Корреляционный анализ временного ряда сигналов детектора в реальном времени показывает ошибочные срабатывания одноэлектронных насосов и позволяет определить отклонение выходного тока от номинального квантованного значения ef . Прототип самодостаточного одноэлектронного квантового эталона электрического тока уже продемонстрирован метрологами [1]. Для оценки нынешних технических ограничений этой методики предложили схему с пятью насосами и детектором с полосой пропускания увеличенной до 50 кГц, которые могут быть получены с использованием RF-SET технологии [2]. Предполагая далее, что частота накачки насосом $F = 1$ ГГц и вероятность ошибки насоса порядка одной миллионной, как экспериментально показано [3] очень низкая, может быть достигнута относительная неопределенность исправленного выходного тока менее одной стомиллионной. Такое устройство требуется для прямого сравнения хорошо охарактеризованного выходного тока одного электрона через квантовый метрологический треугольник [4,5], включающий квантовый эффект Холла и эффект Джозефсона, чтобы заложить основу для будущего переопределения электрических единиц СИ с точки зрения фундаментальных констант. Можно сделать вывод, что концепция учета ошибок [6] реализованная в [1] ссылающемся на самого себя источнике одноэлектронного тока - доступный путь для метрологической точной квантизации нынешнего поколения несовершенных источников тока, страдающих от собственного стохастического характера квантово-механического туннелирования. В сочетании с современным высокоточным масштабированием и методами измерения [3,7], в настоящее время такой одноэлектронный эталон мог бы закрыть концептуальный разрыв между макроскопической, нано и одночастичной электроникой [8, 9].

1. L. Fricke, et al., arXiv:1312.5669v1 (2013).
2. R. J. Schoelkopf, P. Wahlgren, A. A. Kozhevnikov, P. Delsing, D. E. Prober, Science 280,1238 (1998).
3. S. Giblin, et al., Nature Communications 3, 930 (2012).
4. K. Likharev, A. Zorin, Journal of Low Temperature Physics 59, 347 (1985).

5. H. Scherer, B. Camarota, Measurement Science and Technology 23, 124010 (2012).
6. M. Wulf, Physical Review B 87, 035312 (2013).
7. D. B. Sullivan, R. F. Dziuba, Review of Scientific Instruments 45, 517 (1974).
8. K. K. Likharev, Proceedings of the IEEE 87, iss. 4, 606 (1999).
9. А. М. Балонишников, Р. О. Старобогатов, Вестник ИНЖЭКОНА, серия: технические науки, 2013, в.8(67), с.54-59.