

**Однофотонного детектора в гигагерцовом диапазоне для сверхпроводящих кубитов**

В.Б. Лубсанов, Е.Р. Глушков, В.Л. Гуртовой, О.В. Астафьев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Построение микроволновой фотоники на чипе - сложная и амбициозная задача, работа над которой активно ведётся в лабораториях по всему миру. Продемонстрированные на сегодняшний день результаты впечатляют, а открывающиеся возможности для экспериментов поистине безграничны. Для реализации всего спектра квантово-оптических экспериментов на чипе, а также для создания квантового процессора на микроволновых фотонах не хватает одного - хорошего однофотонного детектора.

Идея разрабатываемого детектора наглядно показана на Рис. 1а и заключается в следующем. Рассмотрим узкий сверхпроводящий мостик из материала с низкой критической температурой и, соответственно, малой сверхпроводящей щелью, ограниченный другим сверхпроводником с большой сверхпроводящей щелью. При попадании на него микроволнового излучения с энергией, больше величины щели, происходит распад куперовских пар, что изменяет общий импеданс мостика. Для того, чтобы данный процесс можно было наблюдать, в мостике должно помещаться как можно меньшее число куперовских пар. А в качестве рабочего материала нужно выбрать сверхпроводник с подходящей критической температурой - например, иридий ( $T_c \approx 0.14K$ ) [1-3].

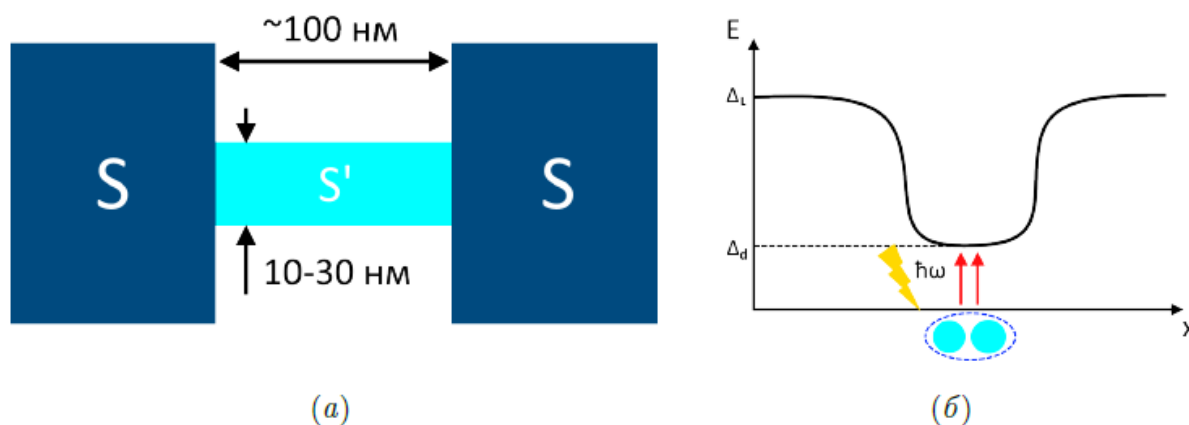


Рис. 1. Идея однофотонного детектора в микроволновом диапазоне с характерными параметрами (а) и микроскопический механизм его функционирования (б).

У предлагаемого детектора могут быть определённые ограничения на частоту подсчёта фотонов, которая ограничивается несколькими каналами релаксации, однако этот

вопрос предстоит исследовать более подробно в ходе экспериментов. Главным же достоинством такого детектора является огромная ширина полосы ( $\approx 10 - 100$  ГГц), а также принципиально однофотонный режим работы. Кроме того, как верхней, так и нижней границами рабочего диапазона предлагаемого детектора можно управлять, подбирая металлы или сплавы с соответствующей критической температурой [2].

Для реализации однофотонного детектора был предложен следующий дизайн, схематически показанный на Рис. 2. Он состоит из копланарной линии из сверхпроводника (с большой  $\Delta$ , например, алюминия), заканчивающегося узким мостиком из иридия (шириной 10-100 нм). В идеальном случае, иридиевый мостик должен быть согласован с копланарной линией (иметь импеданс  $Z = 50\Omega$ ), чтобы все падающее на него микроволновое излучение поглощалось.

Тогда, при попадании на него микроволновых фотонов с энергией, большей сверхпроводящей щели, часть мостика переходила бы в нормальное состояние из-за распаривания нескольких куперовских пар. Это изменение, в свою очередь, изменяло бы импеданс линии, который можно было бы детектировать слабым сигналом более низкой частоты.

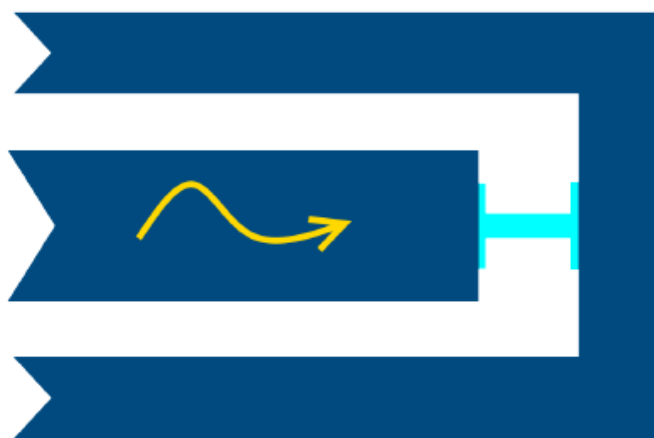


Рис. 2. Предложенный дизайн однофотонного детектора, состоящий из копланарной линии, заканчивающейся узким иридиевым мостиком.

### Литература

1. Superconductivity of iridium / RA Hein, JW Gibson, BT Matthias et al. // Physical Review Letters. — 1962. — Vol. 8, no. 10. — P. 408.

2. Andres K, Jensen MA. Superconductivity, Susceptibility, and Specific Heat in the Noble Transition Elements and Alloys. I. Experimental Results // *Physical Review*. — 1968. — Vol. 165, no. 2. — P. 533.
3. Raub Ch J. Superconductivity of the platinum metals and their alloys // *Materials & design*. — 1984. — Vol. 5, no. 3. — P. 129–136.