

Всероссийская научная конференция «Наука, технологии, общество - НТО-2021»

 Красноярский
ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

НТО-2021

Наука
Технологии
Общество



СНЦ ДНТ
Сибирский научный центр

.....

Всероссийская научная конференция «Наука, технологии, общество - НТО-2021»

.....

«Коррекция ошибок квантовых битов в сверхпроводящих схемах»

НТО-2021

Наука
Технологии
Общество

Гушанский С. М., Буглов В. Е., Козловская М. А.



Квантовая коррекция ошибок

Процедура квантовой коррекция ошибок позволяет устранить ошибки, возникающие в процессе функционирования кубитов.

В рамках данной работы предпринимается попытка реализовать схему квантового исправления ошибок, определяющая «точку безубыточности» и устраняющая ошибки, которые возникают вследствие потери энергии кубита, находящегося в суперпозиции состояний.

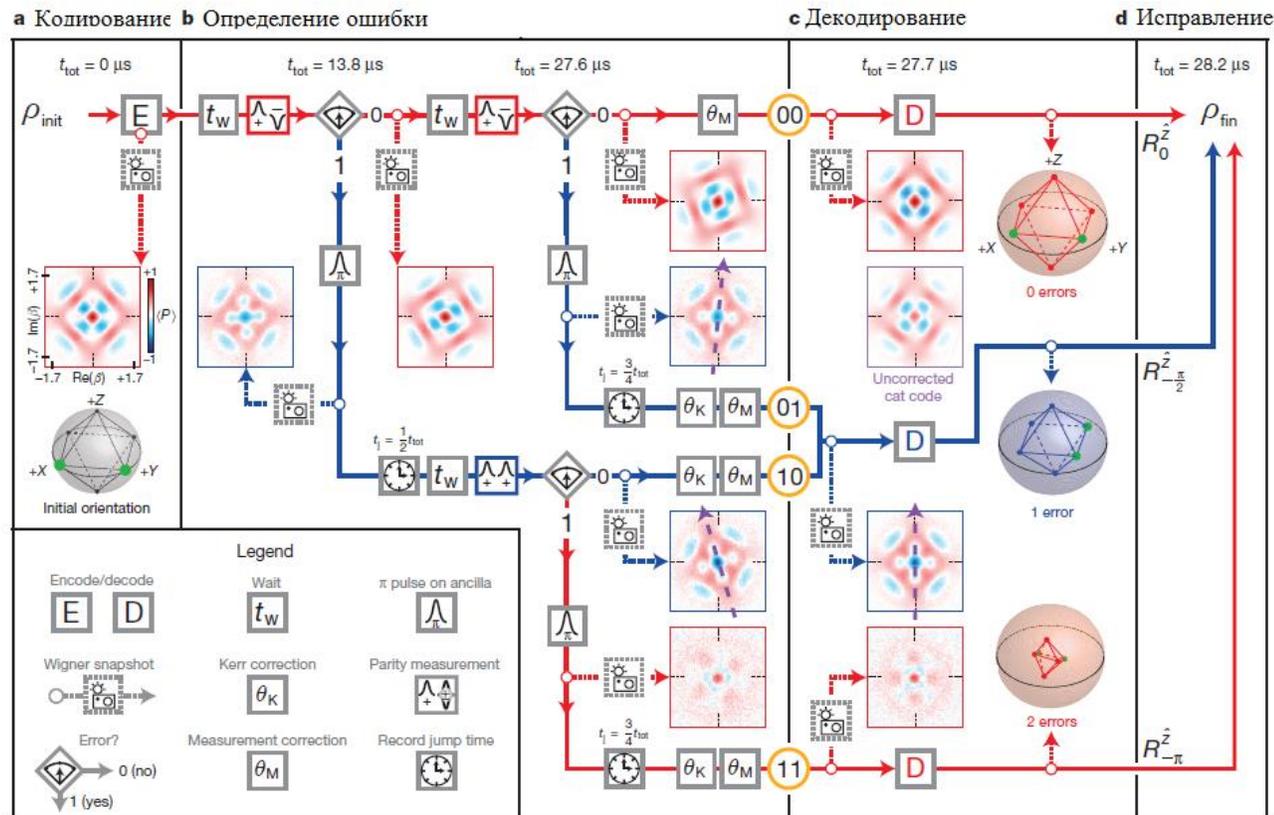


Схема кодирования логических состояний в виде суперпозиции состояний кубитов

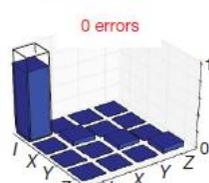
$$\hat{\alpha}(c_0 |C_{\alpha}^{+}\rangle + c_1 |C_{i\alpha}^{+}\rangle) \propto \frac{c_0}{\sqrt{2}} (|\alpha\rangle - |-\alpha\rangle) + i \frac{c_1}{\sqrt{2}} (|i\alpha\rangle - |-i\alpha\rangle) = c_0 |C_{\alpha}^{-}\rangle + ic_1 |C_{i\alpha}^{-}\rangle,$$

где c_0 и c_1 – коэффициенты, удовлетворяющие условию: $|c_0|^2 + |c_1|^2 = 1$, а $|C_{(i)\alpha}^{\pm}\rangle = (|(i)\alpha\rangle \pm |-(i)\alpha\rangle)/\sqrt{2}$.

Двухэтапная коррекция квантовых ошибок, выполняемая на основе предлагаемой схемы квантовой коррекции ошибок

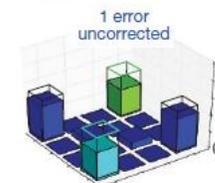


$\text{tr}(X_0^M X_0) = 0.89$



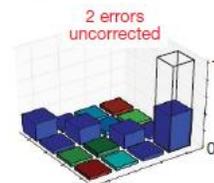
Occurrence: 70.4%

$\text{tr}(X_2^M X_{\pi/2}) = 0.77$

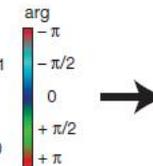


Occurrence: 25.5%

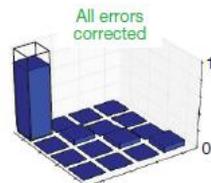
$\text{tr}(X_2^M X_{\pi}) = 0.44$



Occurrence: 4.1%



$F = 0.84$



100% of data



Характеристики логического кубита после его исправления квантовой схемой коррекции ошибок

Виды отказов	Доминирующий источник	Максимальная частота $t_w \approx 0_{\mu s}$	Оптимальная частота $t_w \approx 20_{\mu s}$
		Предполагаемое τ	
Двойные ошибки	Резонатор $\hat{a} \cdot \hat{a}$	40 мс	1,7 мс
Неисправные ошибки	Резонатор \hat{a}'	6 мс	6 мс
Ошибка считывания	Трансмон T_ϕ	7 мс	2 мс
Обработка	Трансмон T_\uparrow	300 мс	900 μs
Нежелательные соединения	Резонатор $\hat{a}'^2 \hat{a}^2$	600 мс	3 мс
Прямое распространение	Трансмон T_1	200 μs	600 μs
Время жизни	Прогнозируемый	200 μs	320 μs
	Измеренный	–	318 μs
Величина выигрыша при использовании логического кубита, содержащего ошибку		1,4	2.2
Величина выигрыша при использовании кубита после его исправления		0,7	1.1



Выводы

- Полученные результаты свидетельствуют о том, что предложенная квантовая схема коррекции ошибок защищает бит квантовой информации от искажения, а также продлевает время его жизни. Наличие обратной связи, функционирующей в режиме реального времени, на основе импульсов, которые зависят от эволюции квантовой системы, повышает производительность процедуры коррекции ошибок.



КОНТАКТЫ

Гушанский С. М., Буглов В. Е., Козловская М. А.
Южный федеральный университет,

E-mail: buglov@sfedu.ru