

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.

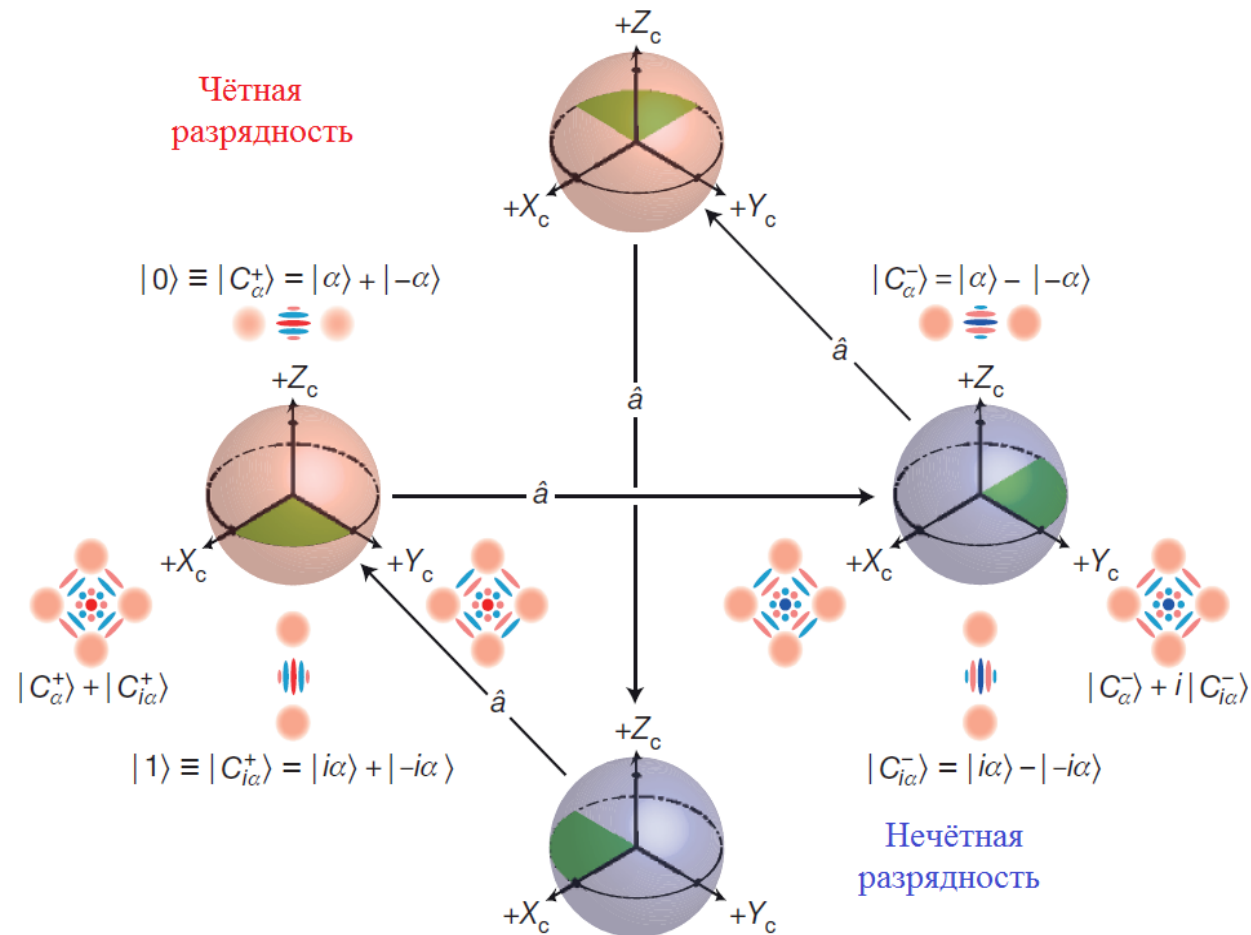
В рамках данной работы предпринимается попытка реализовать схему квантового исправления ошибок, определяющая «точку безубыточности» и устраняющая ошибки, которые возникают вследствие потери энергии кубита, находящегося в суперпозиции состояний.

Схема кодирования логических состояний в виде суперпозиции состояний кубитов

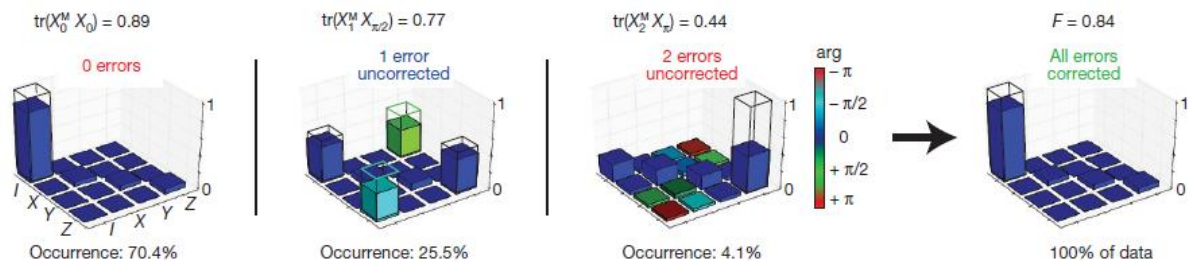
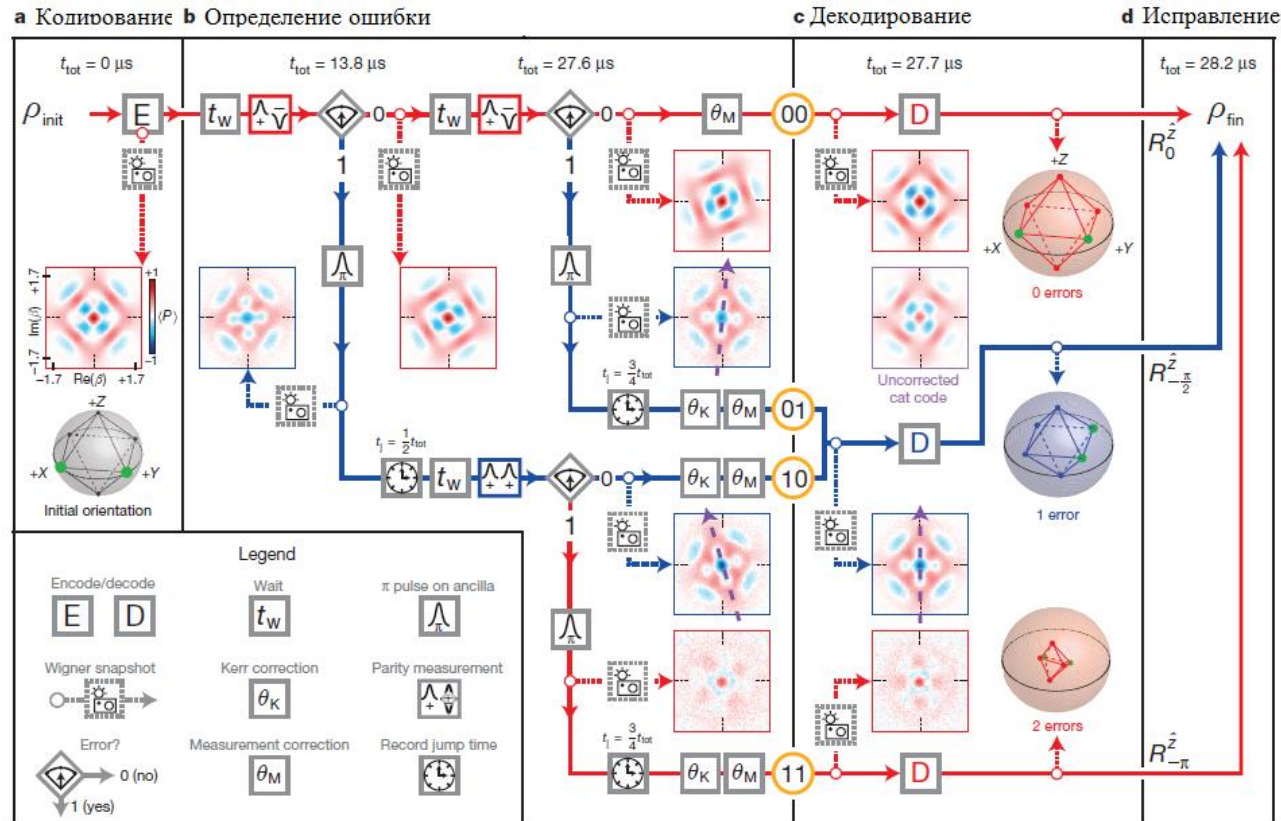
$$\hat{\alpha}(c_0 |C_{\alpha}^{+}\rangle + c_1 |C_{i\alpha}^{+}\rangle) \propto \frac{c_0}{\sqrt{2}} (|\alpha\rangle - |-\alpha\rangle) + i \frac{c_1}{\sqrt{2}} (|i\alpha\rangle - |-i\alpha\rangle) = c_0 |C_{\alpha}^{-}\rangle + ic_1 |C_{i\alpha}^{-}\rangle,$$

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

Схема квантовой коррекции ошибок



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





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