

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»

.....

«Анализ процессов обучения и использования квантовых нейронных сетей»

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

НТО-2021

Наука  
Технологии  
Общество



# Квантовые нейронные сети

Нейронная система, осуществляющая квантовые вычисления, именуется квантовой системой. Квантовые нейронные сети (КНС) – это сочетание искусственных нейронных сетей и квантовых вычислений.

КНС присущи следующие особенности:

- экспоненциальная ёмкость памяти,
- высокая скорость обучения,
- стабильность и надёжность функционирования,
- высокая скорость обработки данных.

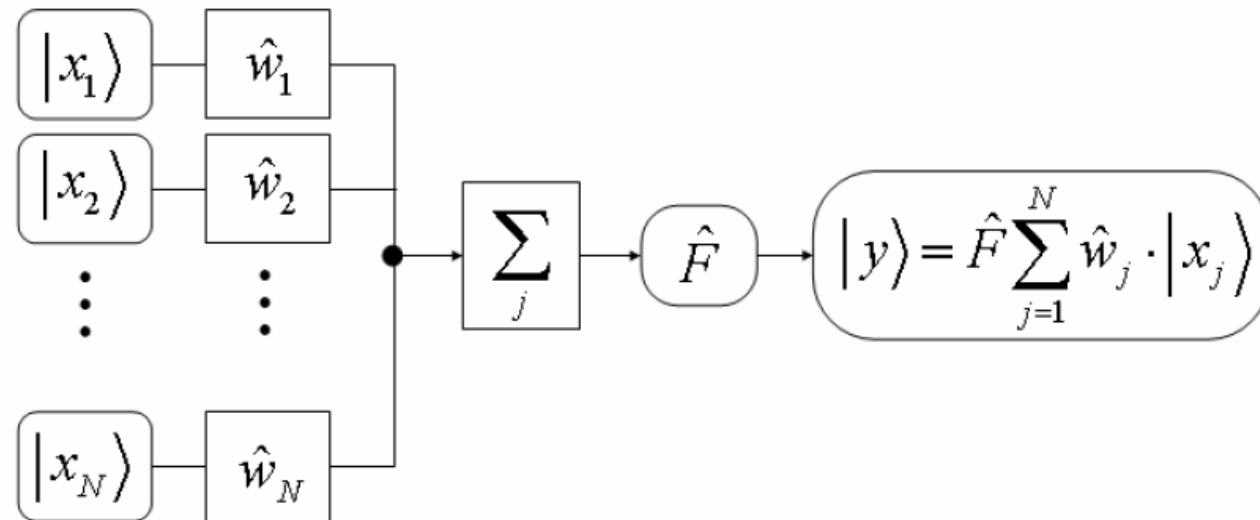


# Связь между квантовой механикой и искусственной нейронной сетью

	ИНС		КНС
Состояние искусственного нейрона	$x_j \in \{0,1\}$	Кубиты	$ x\rangle = a 0\rangle + b 1\rangle$
Связь	$\{w_{i,j}\}_{ij}^{p-1}$	Запутанность	$ x_0, x_1, \dots, x_{p-1}\rangle$
Обучающее правило	$\sum_{s=1}^p x_i^s x_j^s$	Суперпозиция	$\sum_{s=1}^p a_s  x_0^s, \dots, x_{p-1}^s\rangle$
Поиск победителя	$n = \max \arg(f_i)$	Интерференция	$U: \Psi \rightarrow \Psi'$
Выходной результат	$N$	Декогеренция	$\sum_s a_s  x^s\rangle \rightarrow  x^k\rangle$

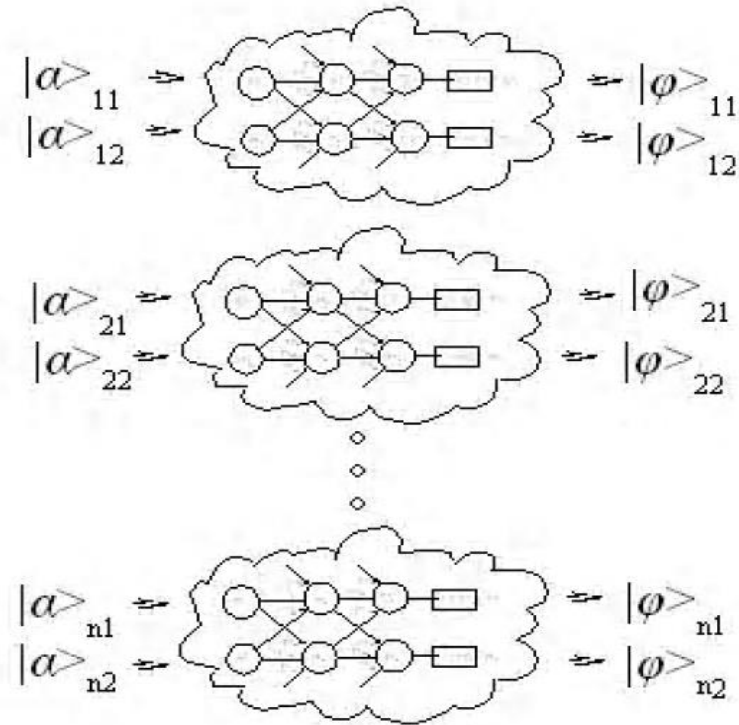
Степень эффективности от применения нейронных сетей обуславливается возможностью параллельной распределённой обработкой информации. В свою очередь квантовым системам свойственен квантовый параллелизм, который выражается на основе принципа суперпозиции.

# Математическая модель квантового нейрона



где  $|y\rangle = \hat{F} \sum_{j=1}^N \hat{w}_j \times |x_j\rangle$  – математическая модель квантового нейрона,  $\hat{w}_j$  – матрица вида  $2 \times 2$  на основе кубитов  $\{|0\rangle, |1\rangle\}$ ,  $\hat{F}$  – оператор функционирования сети квантовых ячеек.

# Обучение квантовой нейронной сети



Регистры, за исключением входных и целевых выходов, инициализируются с состоянием  $|0\rangle$ . Согласно принципу суперпозиции, классификация обучающего примера выполняется с учётом каждого возможного весового вектора одновременно. Таким образом,  $|p\rangle = n \times m$ , что соответствует искомому вектору классификации. Количество времени, требуемого для поиска вектора, имеет экспоненциальную сложность  $O(\sqrt{2^b/t})$ .



# Выводы

- В рамках представленной работы рассмотрен процесс построения квантовой нейронной сети, имеющей четыре входных узла, три скрытых узла, а также три выходных узла. В качестве весов выступали целочисленные кубиты. После проведения 74 обучающих эпох, точность работы КНС на обучающем наборе данных достигла 95%.





## КОНТАКТЫ

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

Южный федеральный университет,  
Таганрогский институт имени А. П. Чехова

E-mail: [buglov@sfnu.ru](mailto:buglov@sfnu.ru)