

# ЭВОЛЮЦИОННЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ КВАНТОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Дмитриенко В.Д., Свеженцева Д.В., Хавина И.П.*

*Национальный технический университет*

*“Харьковский политехнический институт”,*

*г. Харьков*

В последние два десятилетия во многих статьях и в докладах на конференциях обсуждается новое направление в теории искусственных нейронных сетей – квантовые нейронные сети, существенные характеристики которых определяются квантовыми эффектами. В настоящее время известен целый ряд квантовых нейронных сетей и десятки квантовых алгоритмов решения известных задач. Однако широкого распространения квантовые нейронные сети не получили из-за отсутствия убедительных примеров, показывающих существенные преимущества квантовых нейронных сетей и алгоритмов при решении известных задач на обычных последовательных компьютерах. Кроме того, обучение этих сетей заметно сложнее, чем обычных нейронных сетей, что связано с особенностями математических моделей квантовых нейронов. Рассмотрим модель квантового нейрона с  $m$  входами  $|x_1\rangle, |x_2\rangle, \dots, |x_m\rangle$  и одним выходом  $|y(t)\rangle$ , которая имеет следующий вид

$$|y(t)\rangle = F \sum_{k=1}^m w_k(t) |x_k\rangle,$$

где  $|x_k\rangle$  – кубит (квантовый бит), квантовая ячейка, которая может находиться в суперпозиции двух взаимно ортогональных квантовых состояний, обозначаемых как  $|0\rangle, |1\rangle$ ;  $|x_k\rangle = a_k |0\rangle + b_k |1\rangle$ ;  $a_k, b_k$  – комплексные амплитуды, удовлетворяющие условию нормировки  $|a_k|^2 + |b_k|^2 = 1$ ,  $k = \overline{1, m}$ ;  $t$  – дискретное время;  $F$  – неизвестный квантовый оператор;  $w_k(t)$  – матрицы весов связей, размерностью  $2 \times 2$ .

Обучение квантового нейрона и более сложных квантовых нейронных сетей может выполняться с помощью метода обратного распространения ошибки, модифицированного для квантового случая. Однако наличие оператора  $F$  затрудняет обучение. В связи с этим по аналогии с обычными нейронными сетями, где могут использоваться эволюционные алгоритмы обучения, для квантовых нейронных сетей предлагается использовать генетические алгоритмы поиска весов связей сетей. Вычислительные эксперименты подтвердили возможность обучения квантовых нейронных сетей таким образом.