

ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ

Суров И.А., Пилькевич С.В., Алоджанц А.П., Хмелевский С.В.

1. Проблема фазы в квантовых поведенческих моделях

Перспективным подходом к моделированию иррационально-вероятностного поведения живых систем является на основе квантовой теории, изначально разработанной для моделирования контекстуально-вероятностных физических процессов микромира [1]. Квантовые поведенческие модели используют понятийный и математический аппарат квантовой теории, в котором принятие решения есть измерительный акт над рассматриваемой системой в данном поведенческом контексте. Этот подход делает возможным единообразное моделирование вероятностно-иррациональных аспектов поведения, не имеющих взаимосогласованного классического описания [2]. Практическая ценность существующих квантовых моделей поведения живых систем, тем не менее, незначительна. Причиной этого является т.н. «проблема фазы»: отсутствие методов измерения фазовых параметров, описывающих в квантовых моделях соотношение различных поведенческих альтернатив, до эксперимента.

Такое обращение с фазами как со «свободными» подгоночными параметрами лишает квантовые модели предсказательной силы. В результате последние годятся в основной массе лишь для качественного объяснения и апостериорного описания поведенческих данных. Эта проблема является фундаментальной для всей области квантовой когнитивистики и поведенческого моделирования [2]. Её решение составляет цель данной работы.

2. Предлагаемое решение: Гипотеза

Мы выносим на рассмотрение гипотезу, согласную с имеющимися экспериментальными данными: *квантовая фаза между неразрешёнными поведенческими альтернативами является постоянной величиной, нечувствительной к изменению многих ситуационных параметров, в том числе обуславливающих статистические вероятности выбора данных альтернатив.* В случае подтверждения указанный феномен стабильности квантовой фазы позволит решить проблему фазы в квантовых моделях когнитивистики и поведения живых систем. В частности, заранее измеренное значение фазового параметра дополняет стандартную квантовую поведенческую модель и наделяет её предсказательной силой.

3. Основной результат: Экспериментальная проверка

Для проверки описанной гипотезы выполнен эксперимент по двухэтапной игре в орлянку [3–5]. Эксперимент состоит в решении играть (A) либо не играть при условии что предыдущий кон выигран (B_1) / проигран (B_2) / имеет неизвестных исход; измеряемыми величинами являются соответствующие этим конфигурациям статистические вероятности решения $p(A|B_1)$, $p(A|B_2)$ и $p(A)$.

В нашем эксперименте испытуемые (85 студентов Санкт-Петербургской ВКА им. Можайского) отличались от испытуемых в предыдущих экспериментах (США, Австрия) по национальной, культурной и языковой принадлежности. Измеренные вероятности $p(A|B_1) = 0.30$, $p(A|B_2) = 0.24$ и $p(A) = 0.17$ меньше соответствующих значений зафиксированных в предыдущих экспериментах в 2-3 раза что указывает на чувствительность алгоритмик принятия рассматриваемых решений к перечисленным параметрам. Соответствующий фазовый параметр $\theta = 112 \pm 8^\circ$ тем не менее совпадает с фазовым параметром $\theta_{\text{est}} = 107 \pm 7^\circ$ рассчитанным для предыдущих экспериментов.

Данный результат подтверждает тестируемую гипотезу и указывает на возможную эффективность квантовых моделей для прогнозирования результатов поведенческих экспериментов, в том числе в ранее не исследовавшихся социальных группах. В нашем эксперименте такое прогнозирование можно было бы осуществить используя полученный из предыдущих экспериментов интервал $\theta_{\text{est}} = 107 \pm 7^\circ$ как ожидаемое значение фазового параметра в новой экспериментальной ситуации. Данный подход позволил бы спрогнозировать вероятность игры при неизвестном исходе предыдущего кона $p(A) = 0.17$ как $p_{\text{прогноз}}(A) = 0.19 \pm 0.03$, т.е. с относительной ошибкой $\sim 10\%$. Возможное достижение подобной точности предсказания для других моделей поведения живых и социальных систем на основе квантовой теории обуславливает интерес к дальнейшим исследованиям в данном направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Busemeyer J.R., Wang Z. What Is Quantum Cognition, and How Is It Applied to Psychology? // *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 2015. Т. 24, № 3. С. 163–169.
2. Khrennikov A. Ubiquitous quantum structure: From psychology to finance. Springer Science & Business Media, 2010. 216 с.
3. Tversky A., Shafir E. The Disjunction Effect in Choice Under Uncertainty // *Psychol. Sci.* 1992. Т. 3, № 5. С. 305–309.
4. Kühberger A., Komunská D., Perner J. The Disjunction Effect: Does It Exist for Two-Step Gambles? // *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.* 2001. Т. 85, № 2. С. 250–264.
5. Lambdin C., Burdick C. The disjunction effect reexamined: Relevant methodological issues and the fallacy of unspecified percentage comparisons // *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.* 2007. Т. 103, № 2. С. 268–276.