

# Отрицательный параметр рациональности в равновесии квантового отклика.

И. Б. Трухчев

Май 2024

Параметр рациональности в равновесии квантового отклика (1) принято считать не отрицательным.

$$P_{ij} = \frac{\exp^{\lambda \times U_{ij}(P_{-i})}}{\sum_k \exp^{\lambda \times U_{ik}(P_{-i})}}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  - это параметр рациональности игроков  $\lambda \in [0, \infty)$ , а  $U_{ij}(P_{-i})$  - это ожидаемый выигрыш игрока  $i$  при выборе стратегии  $j$  и при убеждении, что другие игроки будут выбирать стратегии в соответствии с распределением вероятностей  $P_{-i}$ . Параметр рациональности в сущности представляет из себя переменную, которая определяет насколько рационально ведет себя человек. При  $\lambda \rightarrow 0$  игроки становятся "совершенно нерациональными" и разыгрывают каждую стратегию с равной вероятностью, а при  $\lambda \rightarrow \infty$  игроки становятся "совершенно рациональными" и игра приближается к равновесию по Нэшу (2).

**(2) Определение (Равновесие Нэша):** Для каждого  $i$  и для любой стратегии  $s'_i \in S_i$  выполняется неравенство:  $u_i(s_i, s_{-i}) \geq u_i(s'_i, s_{-i})$ ,

В данной работе представлены рассуждения и калькуляции, которые могут привести к ответу на вопрос "Может ли параметр рациональности в равновесии квантового отклика быть отрицательным?". Во всех научных статьях отрезок, к которому принадлежит параметр рациональности игрока  $\lambda$  - это отрезок от 0 до  $\infty$ , но нигде не указано явных противоречий с отрицательностью этого параметра.

Посмотрев на графики к модифицированной игре дилема заключенного рис.1, в которой были добавлены такие переменные как  $\gamma_i$  - взаимная кооперация, то есть вероятность выбора кооперативной стратегии в ответ на кооперативную стратегию оппонента в предыдущем раунде и  $\alpha_i$  - терпимость к некооперативным стратегиям, то есть вероятность выбора кооперативной стратегии в ответ на НЕ кооперативную стратегию оппонента в предыдущем раунде.

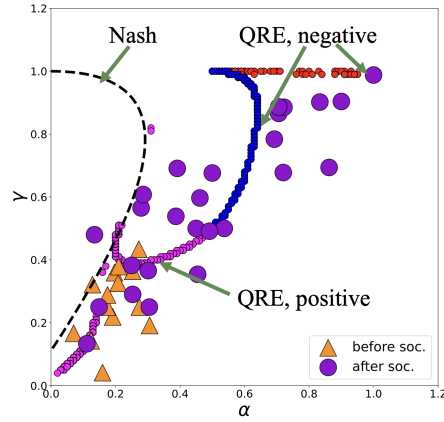


Рис. 1: График к модифицированной игре дилема заключенного

Можно сделать выводы, что отрицательный параметр рациональности в *QRE* можно рассматривать как теоретическое объяснение безусловного сотрудничества, малые значения параметра рациональности являются индикаторами точки перехода, в которой состояние меняется с индивидуального на социальное или обратное, а также высокие значения параметра рациональности соответствуют рациональному состоянию, близкому к понятию равновесия Нэша.

По итогу можно сказать, что не всегда, когда игроки следуют "идеальной" и максимально рациональной стратегии они могут оба (в случае дилеммы заключенного) получить максимальный выигрыш. Да, равновесие Нэша говорит нам о том, что всё лучше чем 0, но если параметр рациональности устремится в  $-\infty$  и выходит, что игроки будут поступать "иррационально" то каждый из них получит больший выигрыш чем если бы они следовали равновесию Нэша.

### Литература

- Kozitsina, T. S., Kozitsin, I. V., Menshikov, I. S, "Quantal response equilibrium for the Prisoner's Dilemma game in Markov strategies," Scientific reports, vol. 12(1) , pp.1–11, 2022.
- Babkina, T., Myagkov, M., Lukinova, E., Peshkovskaya, A., Menshikova, O., Berkman, E. T, "Choice of the group increases intra-cooperation," CEUR Workshop Proceeding, vol. 1627, pp.13– 23, 2016.