

# Принятие решений в условиях динамического риска: байесовский подход

Алексей Белянин

26 ноября 2021 г.

## 1 Определения

Понятие риска является ключевым при принятии экономических решений в широком спектре контекстов, включая финансовые. Под рисковыми решениями понимаются ситуации, когда последствия принятых решений точно не известны, но могут принимать известный заранее ряд значений. Этот собственно риск (risk — Knight, 1921) отличают от ситуации неопределенности, когда вероятности не известны заранее, и/или субъективны (uncertainty — Savage, 1954), а также от неведения (или неоднозначности), когда вероятности не просто неизвестны, но даже не представляется возможным точно определить возможные распределения вероятностей, с которыми могут наступить возможные исходы (unawareness — Cerreia-Vioglio e.a., Dekel, 1998).

В экономических и финансовых контекстах обычно принято говорить о рисках, и моделировать вероятности наступления разных исходов случайных событий при помощи известных (заданных заранее) распределений вероятностей. На практике, однако, эти вероятности, как правило, не известны. Даже на совершенных финансовых рынках, где цены финансовых активов следуют мертоновским процессам типа drift-diffusion (см.рис.1), значения будущих цен (и даже вероятностей, с которыми будут реализованы конкретные траектории) не известны, но могут быть лишь оценены по историческим (прошлым) данным. В этих условиях, говоря о параметрах процессов ценообразования финансовых активов, следует иметь в виду что они являются по своей сути не рисковыми, а неопределенными (или даже неоднозначными, в зависимости от предполагаемой предсказуемости будущих факторов, от которых они зависят).

Тем не менее, в подавляющем большинстве приложений вероятности наступления возможных исходов молчаливо полагаются известными заранее, и эта содержательная неточность имеет как свое оправдание, так и свои следствия, которые редко когда осознаются и в науке, и на практике.

В ходе исследования мы использовали оригинальный онлайн-симулятор финансовых рынков, в котором участники-инвесторы имели возможность



Рис. 1: Типичная динамика цен финансовых активов

выбрать 10 разных портфелей и наблюдать за их реализацией в режиме реального времени. Для обеспечения адекватности выбора сначала им были показаны пробные серии с разными уровнями доходности и волатильности. Выбрав одну из них, участник в реальном времени следил за реализацией цены этого портфеля, включая возможные резкие падения (просадки) его стоимости. В каждый момент времени он имел возможность продать портфель и зафиксировать прибыль, или же продолжать следить за его изменением до конца инвестиционного периода. В следующем из 10 раундов эксперимента он мог выбрать как тот же самый, так и иной портфель.

Эксперимент проводился онлайн на различных аудиториях: как студенческой, так и общей (Яндекс-Толока). В результате получены данные по более чем 200 участникам, и оценены модели вероятности выхода из портфеля (его продажи) как функции от выбранной волатильности, событий просадки и личных характеристик инвестора, собранных в анкете по окончании эксперимента. Базовая модель вероятности выхода из портфеля типа Woodford(2020):

$$\Pr(X > C) = \Phi\left(\frac{\log(X/C) - \theta}{\sqrt{2\nu}}\right)$$

где  $X$  и  $C$  — решения продолжить держать портфель и продать его, соответственно, а  $\theta$  — оцениваемый параметр готовности терпеть просадки, оценивалась в следующей спецификации. В качестве значения  $C$  использовалась текущая цена портфеля, а в качестве  $X$  — вектор динамических ожиданий от будущей реализации портфеля, обновляемый по правилу Байеса на основе семейства сопряженных логнормальных распределений, соответ-

ствующих реализации случайного процесса (доходности актива). Численные оценки модели методом максимума правдоподобия показывают, что сходимости модели достигаются на 3-5 раундах, в зависимости от рискованных предпочтений участников и от их персональных характеристик — пола, образования и самоотчета о предпочтении к риску.