

Усовершенствование модели фондового рынка на основе квантового формализма.

Современное финансирование опирается на классическую вероятностную модель поведения рынка. Активы, опционы и акции оценивают используя уравнение Блэка-Шоулза и гипотезу случайного блуждания. Если через $V(t)$ обозначить общую стоимость опциона, через $I(t)$ – непосредственно стоимость самого опциона и через $Z(t)$ – величину потенциальной премии, размер которой растёт или уменьшается в зависимости от времени, то:

$$V(t) = I(t) + Z(t).$$

Здесь стоимость опциона $I(t)$, выражается разницей между текущей ценой базового актива $S(t)$ и ценой сделки K , согласно формуле:

$$I(t) = S(t) - K.$$

Опцион, наделяющий брокера правом покупать (продавать) что либо по определенным ценам, называется call(put)-опционом, или просто опционом купли-продажи. В большинстве опционов указывается определенная дата, по истечении которой они аннулируются. Себестоимость call-опциона обозначается как $IC = \max\{S - K, 0\}$, в то время как себестоимость put-опциона $IP = \max\{K - S, 0\}$. Если стоимость опциона является положительной, то он считается прибыльным. Теория опционов работает над проблемой поиска "справедливой" цены опциона в момент времени (t) и до истечения срока его действия $(t-)$. Посредством модели Блэка-Шоулза, пытаются хеджировать риск. Котировки акций напоминают броуновское движение. Цена базового актива (S) является случайной величиной, и удовлетворяет дифференциальному уравнению:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dW,$$

где W - винеровский процесс. Здесь приращение μ и волатильность (дисперсия) σ являются константами. Теперь, если ввести показатель доходности r , то можно вывести уравнение Блэка-Шоулза для цены $V = V(S, t)$ опциона [1-5]. Эта модель содержит ряд упрощений и идеализаций, неприменимых в условиях рынка. Использование модели Блэка-Шоулза не исключает риск. Анализ показывает, что более адекватная модель фондового рынка может быть основана на квантовом формализме или на обобщении. Предположим, что рассматриваемый нами объект T - это акция. В какой-то определенный, конкретный момент, акция T находится в известном нам состоянии p , которое реально для T в этот конкретный момент. Факторы

внешней обстановки e , для акции T являются частью иной реальности, и влияют на T таким образом, что её состояние изменяется[6-9]. Факторы обстановки e , могут представлять собой, к примеру, все решения принимаемые людьми в процессе торгов, в котором идёт речь о покупке или продаже T . В общем, взаимодействие акции T с окружающей обстановкой e определяет её изменение, то есть переход от состояния p к состоянию q (по аналогии с изменением квантового состояния в процессе его измерения). Обозначим состояния T через Σ , а факторы окружения через M . Если состояние p не меняется под действием факторов окружения e , то мы говорим, что p является собственным состоянием объекта, а в обратном случае, мы говорим, что p является потенциальным состоянием. Вероятность того, что состояние p под воздействием факторов окружения изменится до состояния q обозначим через $\mu(p, e, q)$. Очевидно, что подобная смена состояний, как правило, является вероятностным процессом. Некоторые свойства акции T , могут не зависеть от факторов окружающей обстановки. Примером свойства акции T может быть цена акции на данный момент времени. Обозначим множество свойств акции T через L . Если акция T на данный момент обладает свойством a , мы говорим что оно актуально, в противном случае мы говорим, что a является потенциальным . В данном состоянии p акция T обладает набором свойств, которые являются актуальными. Свойства, которые актуальны для T , находящейся в каком-то конкретном состоянии, могут стать потенциальными, при условии что T сменит состояние p . Это определяет функцию $\xi: \Sigma \rightarrow P(L)$, где $P(L)$ есть множество всех возможных вариантов свойств L , которое отображает состояние p в множество $\xi(p)$ всех свойств, которые актуальны для этого состояния. Вводя функцию ξ мы заменяем выражение "свойство актуальное для акции T , находящейся в состоянии p " на " $a \in \xi(p)$ ". Если состояние p акции T изменяется под влиянием факторов окружения e до состояния q , то множество $\xi(p)$ свойств актуальных для акции в состоянии p превращается в множество $\xi(q)$ актуальных свойств акции в состоянии q . В частности, мы говорим, что акция T в состоянии p отображает варьирование цены между отметками x и y в ходе процесса торгов, если цены в пределах отметок x и y является актуальным свойством акции T в данном состоянии p . Затем, в ходе торгового процесса, акция T переходит из состояния p в состояние q . Предоставив вышеописанные основные определения и обозначения, мы теперь готовы совместить служившую нам примером акцию T с системой SCoP, которая представлена множеством состояний – Σ , множество факторов внешнего воздействия – M , множество свойств объекта - L , а также функциями μ и ξ . Функция μ определяется как $\mu: \Sigma \times M \times \Sigma \times M \rightarrow [0,1]$, $(q, f,$

$p, e) \mapsto \mu(q, f, p, e)$, где $\mu(q, f, p, e)$ есть вероятность того, что акция, под влиянием внешних факторов (e), перейдет из состояния p в состояние q , а также переход от внешних факторов e (в данном случае более употребителен термин «ситуация») к ситуации f . Из этого следует что μ описывает структуру взаимодействия акции и ситуации. Функция ξ определяется как $\xi: \Sigma \rightarrow P(L), p \mapsto \xi(p)$, где $\xi(p)$ обозначает совокупность всех свойств, которые актуальны в состоянии p . Следовательно, ξ описывает внутреннюю структуру объекта или, лучше сказать, то как свойства акции зависят от различных состояний в которых она может быть. Данное определение распространяется на любые другие акции находящиеся во взаимодействии друг с другом, что весьма характерно для финансового рынка. Как следует из всего вышесказанного, акция не имеет определенной цены, даже если она находится в определенном состоянии в определенный момент времени. Цена акции изменяется в процессе торгов. Это, безусловно, вероятностный процесс, зависящий от ситуативных факторов, таких как, к примеру, решения людей о покупке или продаже акции. Вполне очевидна справедливость аналогии проведенной между акцией и квантовым объектом, изменяющим своё состояние в процессе его взаимодействия с измеряющей аппаратурой. Это подтверждает необходимость применения квантового формализма для моделирования рынка акций. Новости не локальны и имеют глобальное влияние посредством электронных коммуникаций, например, финансовая рецессия. Квантовый формализм показывает, что акция не имеет определенной цены, когда она не торгуется. Процесс актуализации ее цены происходит при покупке / продаже. Эта актуализация является следствием решений людей. В некоторых случаях может оказаться, что этими контекстуальными эффектами можно пренебречь. Тогда могут быть применены классические модели. Но, нелокальные ситуации существуют. В глобальной экономике этими контекстуальными эффектами нельзя пренебрегать. В таких случаях необходимо квантовое описание вместо классического. Процесс торговли на фондовом рынке зависит от контекста и имеет не классическую, а квантовую структуру. Следовательно, наш подход дает теоретическую основу разработки квантовых моделей фондового рынка.

Литература

1. <http://arxiv.org/abs/1111.6859> дата обращения 27.7.12
2. http://nanobukva.ru/09/febu/16_modelirovanija_birzhevoj_torgovli_na_kvantovom_kompjutere.html дата обращения 26.7.12
3. arXiv:1110.5350 дата обращения 27.7.12

4. <http://www.diling.forekc.ru/16/index.htm> дата обращения 28.7.12
5. http://www.spekulant.ru/magazine/Kvantovye_poteri.html дата обращения 27.7.12
6. <http://arxiv.org/abs/1204.4614> дата обращения 27.7.12
7. <http://arxiv.org/abs/1009.4843> дата обращения 27.7.12
8. <http://arxiv.org/abs/1204.4614> дата обращения 27.7.12
9. <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0207132> дата обращения 27.7.12