

Нагапетян Артур Рубикович

Nagapetyan Arthur Rubikovich

аспирант, специалист научно-организационного
отдела Школы экономики и менеджмента
Дальневосточного федерального университета

PhD student, Expert,
School of Economics and Management,
Far Eastern Federal University

ДИНАМИКА ОДНОСТОРОННИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АКТИВОВ И ИХ АСИММЕТРИЯ КАК ФАКТОРЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВОЛАТИЛЬНОСТИ

THE DYNAMICS OF UNILATERAL COEFFICIENTS OF ASSETS' SENSITIVITY AND THEIR ASYMMETRY AS FACTORS FOR PREDICTION AND INTERPRETATION OF VOLATILITY CLUSTERING

Аннотация:

В статье предложено интерпретировать явление кластеризации волатильности как следствие неспособности рынка обеспечить согласованное отражение накопившейся информации в цене актива и выраженной в динамике односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям и их асимметрии. На основе теоретических взаимосвязей сформированы и подтверждены гипотезы (точнее – опровергнуты нулевые гипотезы) о том, что динамика односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям и их асимметрия служат значимыми факторами в контексте прогнозирования и интерпретации кластеризации волатильности доходности акций. Одной из причин устойчивой асимметрии может выступать сговор экономических агентов, в связи с этим представлена соответствующая методология идентификации и противодействия подобным явлениям посредством арбитражных операций.

Ключевые слова:

кластеризация волатильности, ГЭР, модель ценообразования активов, арбитраж, сговор на финансовом рынке, управление рисками, асимметрия, информационная эффективность, неопределенность.

Summary:

The article suggests to interpret the phenomenon of volatility clustering as consequence of the market failure to provide a consistent reflection of the accumulated information in the asset price. It can be recognized in the dynamics of unilateral coefficients of assets' sensitivity to market changes and their asymmetry. Based on the theoretical relationships, the author formulates and confirms the hypotheses (or rather rejects a null hypotheses), that the dynamics of unilateral coefficients of assets' sensitivity to market changes and their asymmetry are significant factors in the context of the prediction and interpretation of the clustering of stock returns volatility. The collusion of economic agents can be a reason of the stable asymmetry, in this regard the author proposes a methodology of identification and counteraction to such phenomena by means of arbitrage transactions.

Keywords:

volatility clustering, EMH, Capital Asset Pricing Model, arbitrage, collusion in the financial market, risk management, asymmetry, information efficiency, uncertainty.

Каким образом движется информация на информационно эффективных рынках? Согласно гипотезе об информационной эффективности рынка (ГЭР, Efficient Market Hypothesis – EMH) – теории, лежащей в основе множества моделей, использующих среднedisперсионный подход (mean-variance – MV), цены активов в каждый момент верно отражают соответствующие им денежные потоки [1]. Однако сами модели ценообразования активов (например, CAPM) базируются на предпосылке, в соответствии с которой все экономические агенты обладают однородной информацией и одинаково ее интерпретируют [2]. Как справедливо отмечает С. Росс, в данном случае сложно говорить об информационном обмене между экономическими агентами [3].

В целом, несмотря на доминирующую роль неоклассической финансовой школы, до сих пор остается малоизученным вопрос, как именно движение потоков информации имплементируется рынком в цены финансовых активов. Мы предполагаем, что природа данного механизма имеет определяющее значение в контексте интерпретации явлений кластеризации волатильности на финансовом рынке. Кроме того, изучение этого феномена может стать отправной точкой в поисках ответа на поставленный вопрос.

Задачу данного исследования можно сформулировать следующим образом. Необходимо выяснить, способны ли динамика односторонних коэффициентов чувствительности активов и ее асимметрия выступать в качестве факторов прогнозирования и интерпретации явления кластеризации волатильности? Помимо теоретической важности, заключающейся в предложении новых подходов к интерпретации кластеризации волатильности и ее взаимосвязей с ГЭР, отличающихся

от существующих попыткой их совмещения, а не противопоставления на основе расчета асимметрии односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям, в данной работе реализована и практическая составляющая. Она позволяет не только эмпирически проверить сформированную в рамках исследовательского вопроса гипотезу, но и использовать полученные выводы для прогнозирования волатильности любых финансовых активов. Актуальность последнего сложно переоценить ввиду исключительной важности величины ожидаемой волатильности в контексте абсолютного большинства моделей прогнозирования рисков на финансовом рынке.

В финансовой науке термин «волатильность» используется в двух основных значениях. Речь может идти об оценке стандартного отклонения доходностей как общепринятом статистическом методе анализа финансовых рисков. Однако его истинное значение как финансовой категории представляется в форме изменчивости цен. Именно в данном смысле мы применяем это понятие. Изменчивость цен как обязательный атрибут любого финансового актива в контексте функционирования финансовых рынков представляет собой явление, напрямую отражающее категорию риска по отношению к финансовому активу [4].

В среде экспертов часто отождествляют понятие волатильности как финансовой категории, характеризующей сущность изменчивости финансового актива, с простейшей формой ее оценки в виде среднеквадратического отклонения доходности актива. Подобная трактовка не просто упрощает восприятие самого явления, она демонстрирует подмену содержания формой. Это приводит, с одной стороны, к некачественным экономическим решениям, с другой – недооценке исследовательского потенциала рассматриваемого феномена. По словам А. Субботина, термин «волатильность» в финансах совершает круговую эволюцию: от обозначения явления изменчивости к статистической оценке, затем к параметру модели и, наконец, к случайному процессу, который вновь характеризует изменчивость цен в целом. Более точно волатильность можно описать через структуру условных моментов второго порядка для распределений доходности, где в качестве информационного множества выступают прошлые наблюдения цен. В простейшем случае эта характеристика дается одним параметром, в более сложных – самостоятельным случайным процессом [5].

Рассмотрим совокупность значений доходности финансового актива за определенные периоды. Уровни данных показателей могут различаться. До появления работ французского математика Л. Башелье во второй половине XX в. общепринятым подходом к оценке риска ценной бумаги представлялась величина среднеквадратического отклонения доходности от ее среднего уровня. Речь идет о так называемой исторической волатильности. Начиная с предложенного американским экономистом Г. Марковицем метода «средняя – вариация» для каждого актива рассчитывались постоянные во времени значения математического ожидания и стандартного отклонения. Они представлялись исчерпывающими характеристиками, на основе которых принимались все инвестиционные решения [6]. Эти параметры, по замыслу авторов, несли в себе полную информацию об активе.

Получившая развитие в 70-х гг. прошлого века портфельная теория ценообразования основывалась на аналогичном подходе к оценке постоянных во времени параметров распределения величин доходности. Отход от однозначной интерпретации понятия волатильности наметился после публикации модели оценки опционов Ф. Блэка, М. Шоулза, Р. Мертона в 1973 г. [7]. Данный параметр в числе прочих являлся фактором, объясняющим оценку стоимости опционов. Как следствие, наблюдая реальные значения складывающихся на рынке цен на производные финансовые инструменты, используя функции, обратные модели оценки опционов, можно рассчитывать так называемые вмененные уровни волатильности. В русскоязычной литературе в данном контексте обычно используют формулировку «ожидаемая волатильность», что представляется некорректным. Анализ вмененной волатильности базируется на формулах и экономических предпосылках, больше связанных с особенностями ценообразования производных финансовых инструментов. Показатели волатильности, рассчитываемые на основе различных по параметрам опционов, демонстрируют различные же результаты. При этом ожидания инвесторов относительно изменчивости динамики цен акций не могут находиться в зависимости от свойств производных инструментов.

Дальнейшее развитие подходов к определению волатильности основывается на положениях, согласно которым динамика ценовых данных представляется в качестве случайных величин или процессов, имеющих вероятностную структуру [8, с. 82]. Необходимость этого подтверждается следующим примером. Вернемся к рассмотрению совокупности наблюдений доходности финансового актива за несколько периодов. Если трактовать наблюдения как независимые одинаково распределенные данные, имеющие постоянные статистические параметры математического ожидания и стандартного отклонения, то мы вправе прогнозировать следующее ожидаемое значение ряда согласно этим параметрам. Однако на практике отмечаются разные аномалии, одними из которых считаются непостоянства волатильности [9]. Важно отметить, что по нынешним представлениям наблюдаемое значение волатильности есть лишь отражение его истинного значения. Речь идет о том, что при анализе данных современная финансовая теория

требует оценки каждого наблюдения как случайной величины с собственным законом распределения, в том числе статистических параметров, например математического ожидания и среднеквадратического отклонения [10].

Впервые к финансовым рынкам теория вероятности была применена в докторской диссертации французского математика Л. Башелье в 1900 г. [11]. После этого «случайное блуждание» как форма диффузии в газообразной среде было описано американскими физиками А. Эйнштейном и Н. Винером. Л. Башелье исследовал поведение цен французских правительственных облигаций. Предложенная им модель, которую называют «случайным блужданием» по оценкам создателя теории фракталов Б. Мандельброта, на самом деле очень близка к теории французских математиков Б. Паскаля и П. де Ферма [12].

Как показано ранее, понятие волатильности тесно связано с моделями ценообразования активов и выражает в них категорию риска. Сами модели основаны на теоретических предпосылках, важнейшей из которых является гипотеза эффективного рынка [13]. В рамках данной работы мы предлагаем следующее определение кластеризации волатильности. Это финансовая категория, отражающая взаимосвязанность и взаимозависимость значений волатильности в разные периоды [14]. Она вызвана неспособностью рынка обеспечить согласованное отражение накопившейся информации в цене актива и выражается в асимметрии односторонних коэффициентов чувствительности активов по отношению к рыночным изменениям [15].

Говоря о рынке, мы имеем в виду оценку активов самими инвесторами, их агрегированное мнение. Определяемую стоимость финансовых активов инвесторы могут представить как серию интервалов разной величины. Последняя обусловлена уверенностью инвестора в собственной оценке. Чем слабее уверенность сегодня, тем выше вероятность изменения стоимости актива завтра при прочих равных условиях. Прежде чем перейти к эмпирической проверке данной гипотезы, остановимся подробнее на теоретическом аспекте исследования.

Рассмотрим финансовый актив. Три респондента отвечают на вопрос о том, за какую сумму они готовы приобрести его. У любого из них есть определенные ожидания относительно стоимости. Все они боятся переплатить, но в итоге каждый тайно называет ту или иную сумму. Затем респонденты отвечают на вопрос о том, за какую сумму они готовы отказаться от имеющегося в их распоряжении актива (речь идет о коротких продажах). Каждый боится «продешевить», но в конечном счете тайно предлагает определенную цену. Для упрощения представим, что у них одинаковые финансовые возможности. Пусть первый готов купить актив за 20 р., второй – за 30, третий – за 90 р. Первый готов отказаться от портфеля за 130 р., второй – за 160, третий – за 180 р.

Предположим, что предпочтения и оценки трех респондентов не меняются. Если придет четвертый респондент, то он, поговорив с каждым из них и узнав указанные параметры, сможет как минимум утверждать одну вещь наверняка. Цена этого актива при прочих равных условиях находится в диапазоне от 90 до 130 р. Если стоимость актива опустится ниже 90 р., то третий респондент начнет его скупать и цена повысится, а если поднимется выше 130 р., то первый начнет его продавать и цена снизится.

Необходимо определить итоговую стоимость. Поскольку три респондента объявили о ценах покупки и продажи тайно и не знают позиций друг друга, то конкретная цена определится как результат «случайного блуждания», но строго в заданном интервале. Однако четвертый участник после разговора с остальными будет иметь представления как об агрегированном интервале, так и о текущей рыночной цене актива (допустим, 100 р., хотя она может сильно отклоняться от реальной стоимости). Следовательно, этот респондент уверен, что цена может возрасти до 130 р., т. е. на 30 %, а понизиться – лишь на 10 р., т. е. на 10 %.

Затем предположим, что четвертый участник примыкает к другой тройке респондентов, которая прошла через подобные испытания с иным активом, и в этой группе сложилась обратная ситуация. Интервал вариации составляет от 70 до 110 р. при реальной цене 100 р., т. е. стоимость может вырасти на 10 %, а снизиться – на 30 %. Явно возможен арбитраж, ведь цена одного актива может увеличиться на 30 %, а уменьшиться – лишь на 10 %, тогда как другого актива – возрасти на 10 %, а снизиться – на 30 %.

При этом подходящая арбитражная стратегия как позволяет получить прибыль в размере, непропорционально увеличенном относительно принятых рисков (определение арбитража), так и приводит цены к более справедливому уровню (при покупке первого актива его стоимость возрастает и приближается к середине рассматриваемого интервала снизу, а при продаже второго его цена снижается, достигая середины промежутка сверху). Ранее мы подробно описывали необходимое условие отсутствия арбитража в форме равенства отношения односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям единице [16].

Таким образом, поставленный в начале работы исследовательский вопрос может быть разделен на четыре подпункта.

1. Может ли динамика односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом быть предиктором, фактором, объясняющим будущую волатильность?

2. Может ли асимметрия односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом быть предиктором, фактором, объясняющим будущую волатильность?

3. Можно ли асимметрию односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом использовать для совершения арбитражных операций?

4. Может ли асимметрия односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом быть признаком сговора на финансовом рынке?

В рамках статьи мы попытались эмпирически проверить следующие гипотезы, относящиеся к первым двум вопросам. 1. Переменная, отражающая динамику односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом, может быть предиктором, объясняющим будущую волатильность. 2. Дамми-переменная, отражающая асимметрию односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом, является значимым предиктором, объясняющим будущую волатильность. В таблице 1 приведены сведения о наиболее ликвидных ценных бумагах в разрезе пяти ведущих отраслей экономики РФ.

Таблица 1 – Данные о наиболее ликвидных ценных бумагах на финансовом рынке РФ [17]

| Индекс нефти и газа Московской биржи | Индекс финансов Московской биржи | Индекс металлов и добычи Московской биржи | Индекс потребительских товаров и розничной торговли Московской биржи | Индекс телекоммуникаций Московской биржи |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|--|
| АО «Роснефть» | АО «Сбербанк» | АО ГМК «НорНикель» | АО «Магнит» | АО МТС |
| АО «Газпром» | АО ВТБ | АО «Полус Золото» | АО «Лента» | АО «Мегафон» |
| АО «Лукойл» | АО «МосБиржа» | АО «Северсталь» | АО AGRO | АО «Ростелеком» |
| АО «Новатэк» | АО «Система» | АО «Алроса» | АО «М.видео» | АО МГТС |
| АО «Транснефть» | АО МКБ | АО НЛМК | АО «Черкизово» | АО «Таттел» |

Рассчитаем односторонние коэффициенты чувствительности доходности акций по сравнению с рыночным индексом. Затем попробуем использовать переменные, отражающие динамику этих коэффициентов и их асимметрию, в качестве фактора, объясняющего будущую волатильность бумаг [18]. Проведем расчет для пяти наиболее ликвидных ценных бумаг:

$$Y_t^i = \beta_0 + \beta_1^+ \delta^+ Y_t^M + \beta_2^- \delta^- Y_t^M + u_t, (u_t \sim iid N(0, \sigma_t^2)), \quad (1)$$

где Y_t^i и Y_t^M – доходности рассматриваемого актива и рыночного индекса в период t ; δ^+ , δ^- – дамми-переменные, демонстрирующие возможные комбинации изменения цен актива и рыночного индекса; β_1^+ , β_2^- – коэффициенты, выражающие различную чувствительность активов к рыночным изменениям.

В ходе расчетов использованы ежедневные и поминутные (5 мин) данные о стоимости закрытия соответствующих финансовых активов на ММВБ в период с 01.01.2016 по 12.01.2017 г. В качестве источника применяли базу данных компании «Финам». Вычислительные процедуры выполнены в статистических пакетах R и STATA. После расчета односторонних коэффициентов чувствительности в модель прогнозирования волатильности вводим две переменные:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \alpha_2 a_1 + \alpha_2 d [0,9 \leq a_2 \leq 1,1] + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где σ_t^2 – величина реализованной волатильности за день t ; α – коэффициент регрессии; $a_1 = (\beta_t^+ + \beta_t^-)$ – переменная, отражающая динамику односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций к рыночным изменениям; d – дамми-переменная, обозначающая асимметрию указанных коэффициентов ($a_2 = (\beta_t^+ / \beta_t^-)$).

Величина дневной реализованной волатильности рассчитывается по следующей формуле:

$$\sigma_t^2 = \sum_{n=1}^{N_t} r_{n,t}^2, \quad (3)$$

где $r_{n,t}^2$ – квадрат логарифмической доходности в момент n дня t .

С полученными в ходе эконометрического анализа результатами можно познакомиться в таблице 2. В абсолютном большинстве случаев введенные нами переменные являются значимыми, а знаки их соответствующих коэффициентов регрессии правильно отражают их экономическую природу.

Таблица 2 – Результаты эконометрического анализа значимости предлагаемых параметров

| Параметр | σ_f^2 (SBER) | σ_f^2 (ROSN) | σ_f^2 (GMKN) | σ_f^2 (MGNT) | σ_f^2 (MTSS) |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| α_1 | 0,00009 (1,77) | 0,0003 (8,92)* | 0,00009 (6,07)* | 0,0001 (8,61)* | 0,0001 (12,35)* |
| α_2 | -0,00006 (1,16) | -0,0002 (2,59)* | -0,0001 (4,25)* | -0,0008 (1,14) | -0,00008 (1,74) |
| Cons | 0,0008 (0,49) | -0,0002 (1,38) | 0,0002 (4,81)* | 0,0002 (3,24)* | 0,0002 (3,62)* |
| L.ar | 0,362 (9,59)* | 0,120 (1,66) | 0,253 (4,97)* | 0,215 (4,10)* | 0,082 (0,83) |
| Sigma cons | 0,0003 (55,60)* | 0,0003 (43,94)* | 0,0002 (44,47)* | 0,0003 (32,58)* | 0,0002 (35,81)* |
| N | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 |

* $p < 0,01$.

Примечание. L.ar – коэффициент регрессии при переменной лага волатильности, N – количество наблюдений.

Для нас важны параметры a_1 и d . Соответственно, регрессия при переменной a_1 , отражающей динамику односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций к рыночным изменениям, является значимой и имеет положительный знак, что можно интерпретировать следующим образом. Чем больше наблюдаемый интервал, характеризующий уровень неопределенности относительно цены актива со стороны участников рынка, тем волатильность более предсказуема. Тем не менее коэффициент регрессии при дамми-переменной со значением 1 в случае небольшой асимметрии односторонних коэффициентов чувствительности доходности акций к рыночным изменениям имеет отрицательный знак. Это также согласуется с предложенной теоретической концепцией, согласно которой существенная асимметрия ведет к повышению волатильности, маленькая асимметрия при прочих равных условиях свидетельствует о низком уровне волатильности (что и отражает отрицательный знак показателя).

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Чем больше неопределенность респондентов относительно действительной стоимости актива, тем больший интервал объявляет каждый. Например, первый респондент в первом случае был готов купить актив за 20 р., а продать лишь за 130 р. Для сравнения можно подумать о том, за какую сумму он был бы готов купить купюру в 100 р. или отказаться от нее (за 99,9 и 100,1 р. соответственно, маленький интервал объясняется уверенностью в стоимости купюры).

2. Агрегируя диапазоны разных респондентов, получаем рыночный интервал. Цена актива в любом случае находится внутри него, но если она не в середине, это открывает возможности для арбитража.

3. У каждого рыночного агента есть две оценки: выше какой стоимости он будет продавать и ниже какой – покупать. Большое значение имеют их финансовые возможности (при этом нельзя исключать кредитные средства). В любом случае, гипотетически обладая этой информацией, можно построить интегральный диапазон для данной акции. Поскольку участники не знают оценок друг друга, цена будет вести себя как случайная величина, но строго в рамках указанного интервала.

4. Предложен подход для расчета рассматриваемых границ этого интервала с помощью односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям. При этом, наблюдая рыночную цену, можно определить, находится ли цена ближе к верхнему краю промежутка или к нижнему.

5. Подтверждена гипотеза (точнее – опровергнута нулевая гипотеза), что динамика односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям является значимым фактором в контексте прогнозирования и интерпретации кластеризации волатильности доходности акций.

6. Подтверждена гипотеза (опровергнута нулевая), что асимметрия динамики односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям – важный фактор в контексте прогнозирования и интерпретации кластеризации волатильности доходности акций.

7. В ходе исследования выявлена устойчивая асимметрия в динамике односторонних коэффициентов чувствительности активов, что свидетельствует о рыночной неэффективности и может быть вызвано сговором экономических агентов на финансовом рынке.

В дальнейшем предлагается более подробно изучить причины устойчивой асимметрии в динамике односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям. По нашему мнению, существуют причины, мешающие достижению рынком более высокой информационной эффективности. К ним могут относиться согласованные действия участников рынка, которые необходимо научиться идентифицировать и преодолевать. Саму идентификацию можно

осуществлять посредством мониторинга показателей динамики односторонних коэффициентов и их асимметрии в реальном времени согласно предложенной методологии, а противодействие – с помощью организации арбитражных операций [19].

Ссылки и примечания:

1. Fama E. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work // *Journal of Finance*. 1970. Vol. 25. P. 383–417.
2. Sharpe W. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk // *Journal of Finance*. 1964. Vol. 19. P. 425–442.
3. Ross S. The arbitrage theory of capital asset pricing // *Journal of Economic Theory*. 1976. Vol. 13, no. 3. P. 341–360.
4. Останин В.А., Рожков Ю.В. О различиях в оценке неопределенности и риска хозяйственной деятельности и предпринимательства // *Экономика и предпринимательство*. 2014. № 12, ч. 3.
5. Субботин А., Буянова Е. Волатильность и корреляция фондовых индексов на множественных горизонтах // *Управление риском*. 2008. № 3 (47).
6. Markowitz H. Portfolio Selection // *Journal of Finance*. 1952. Vol. 7, no. 1. P. 77–91.
7. Black F., Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities // *Journal of Political Economy*. 1973. Vol. 81, no. 3. P. 637–654.
8. Лебедев О.В. Концепция рыночной эффективности: теоретическое и эмпирическое обоснование и роль в создании стоимости // *Корпоративные финансы*. 2011. № 2 (18). С. 82–91.
9. Субботин А., Буянова Е. Указ. соч.
10. Лебедев О.В. Указ. соч.
11. Bachelier L. *Theorie de la Speculation* : english translation // *Random Character of Stock Market Prices* / ed. by P. Cootner. Massachusetts, 1964. P. 17–78.
12. Mandelbrot B. The variation of certain speculative prices // *Journal of Business*. 1963. Vol. 36. P. 394–419.
13. Lo A. The adaptive markets hypothesis // *Journal of Portfolio Management*. 2004. Vol. 30. P. 15–29.
14. Bollerslev T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity // *Journal of Econometrics*. 1986. Vol. 31. P. 307–327.
15. Рубинштейн Е.Д., Нагапетян А.Р. Предпосылки возникновения деформаций ценообразования в контексте развития современной портфельной теории // *Теория и практика общественного развития*. 2015. № 11. С. 94–96.
16. Нагапетян А.Р. Асимметрия в динамике односторонних коэффициентов чувствительности активов к рыночным изменениям в контексте управления риском портфеля ценных бумаг // *Общество: политика, экономика, право*. 2016. № 11. С. 97–102 ; Рубинштейн Е.Д., Нагапетян А.Р. Развитие современной портфельной теории: неявный арбитраж в контексте идентификации предпосылок возникновения деформаций ценообразования // *Теория и практика общественного развития*. 2015. № 12. С. 134–136.
17. Таблицы 1 и 2 составлены нами на основе материалов «Финам». URL: <http://www.finam.ru/analysis/quotes/?0=&t=5563165>.
18. Нагапетян А.Р. Указ. соч.
19. Нагапетян А.Р. Указ. соч. ; Рубинштейн Е.Д., Нагапетян А.Р., Урумова Ф.М. Развитие современной портфельной теории: деформации ценообразования и арбитраж // *Вестник Института экономики РАН*. 2015. № 3. С. 106–115.

References:

- Bachelier, L & Cootner, P (ed.) 1964, 'Theorie de la Speculation', *Random Character of Stock Market Prices*, English translation, Massachusetts, pp. 17–78,
- Black, F & Scholes, M 1973, 'The pricing of options and corporate liabilities', *Journal of Political Economy*, vol. 81, no. 3, pp. 637–654, <https://doi.org/10.1086/260062>.
- Bollerslev, T 1986, 'Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity', *Journal of Econometrics*, vol. 31, pp. 307–327, [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1).
- Fama, E 1970, 'Efficient capital markets: a review of theory and empirical work', *Journal of Finance*, vol. 25, pp. 383–417, <https://doi.org/10.2307/2325486>.
- Lebedev, OV 2011, 'The concept of market efficiency: theoretical and empirical justification and role in creating value', *Korporativnyye finansy*, no. 2 (18), pp. 82-91, (in Russian).
- Lo, A 2004, 'The adaptive markets hypothesis' *Journal of Portfolio Management*, vol. 30, pp. 15–29, <https://doi.org/10.3905/jpm.2004.442611>
- Mandelbrot, B 1963, 'The variation of certain speculative prices', *Journal of Business*, vol. 36, pp. 394–419, <https://doi.org/10.1086/294632>.
- Markowitz, H 1952, 'Portfolio Selection', *Journal of Finance*, vol. 7, no. 1, pp. 77–91, <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>.
- Nagapetyan, AR 2016, 'Asymmetry in the dynamics of unilateral coefficients of the sensitivity of assets to market changes in the context of managing the risk of the portfolio of securities', *Obshchestvo: politika, ekonomika, parvo*, no. 11, pp. 97-102, (in Russian).
- Ostanin, VA & Rozhkov, YuV 2014, 'Concerning differences in the assessment of uncertainty and the risk of economic activity and entrepreneurship', *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, no. 12, part 3, (in Russian).
- Ross, S 1976, 'The arbitrage theory of capital asset pricing', *Journal of Economic Theory*, vol. 13, no. 3, pp. 341–360, [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(76\)90046-6](https://doi.org/10.1016/0022-0531(76)90046-6).
- Rubinshtein, ED & Nagapetyan, AR 2015a, 'Development of the modern portfolio theory: an implicit arbitrage in the context of identifying the prerequisites of pricing deformations', *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, no. 12, pp. 134-136, (in Russian).
- Rubinshtein, ED & Nagapetyan, AR 2015b, 'Preconditions of pricing deformations occurrence in the context of the modern portfolio theory development', *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, no. 11. pp. 94-96, (in Russian).
- Rubinshtein, ED, Nagapetyan, AR & Urumova, FM 2015, 'Development of modern portfolio theory: deformation of pricing and arbitration', *Vestnik Instituta ekonomiki RAN*, no. 3, pp. 106-115, (in Russian).
- Sharpe, W 1964, 'Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk', *Journal of Finance*, vol. 19, pp. 425–442, <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>.
- Subbotin, A & Buyanova, E 2008, 'Volatility and correlation of stock indices on multiple horizons', *Upravleniye riskom*, no. 3 (47), (in Russian).