

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги изучения актуальных академических исследований по проблематике эффективности финансовых рынков и выбора наилучшей фундаментальной модели вариации доходностей активов в зависимости от различных типов риска позволяют заключить следующее:

— На текущий момент доминирующая точка зрения в научном и профессиональном сообществах не рассматривает рыночный как единственный фактор риска (модель CAPM), способный объяснить вариацию доходностей. Слишком большое число эмпирических свидетельств, задокументированных в научной литературе, опровергают одновременную истинность данной модели и гипотезы эффективного рынка ЕМН. Вероятностно-статистические свойства реальных временных рядов цен и доходностей активов нарушают математические предпосылки ЕМН, в то время как иррациональность реальных экономических агентов, информационная асимметрия и наличие не учитываемых в базовой модели факторов вроде транзакционных издержек и налогообложения — институциональные. Одновременно, за последние несколько десятилетий были найдены (и продолжают появляться) новые модели и переменные, обладающие объясняющей и прогностической способностями сверх таковых у модели CAPM, к примеру трех–шести факторные модели Фамы-Френча и Кархарта. Таких факторов и зависимостей находят так много, что появляется отдельная проблема выделения значимых первичных и вторичных, не добавляющих ценности, и отбора только значимых в мультифакторные модели [29].

— Теперь фокус дебатов в научном сообществе смещен на определение, являются ли постоянно предлагаемые новые факторы устойчивыми фундаментальными факторами риска, временными рыночными аномалиями или случайностями и статистическими ошибками, вызванными дата-майнингом. В первом случае активы с высокой загрузкой рассматриваемым фактором имеют избыточную доходность за счет фундаментальных причин, связанных в том числе с наличием специфического факторного риска, и она должна оставаться

персистентной на длительных временных интервалах как до, так и после момента открытия и широкого освещения найденной зависимости. Во втором случае найденная новая зависимость отражает скрытую или временную рыночную неэффективность, и вскоре после того, как профессиональное сообщество узнает о ней, избыточная доходность исчезает вследствие арбитража. В третьем случае реальной зависимости не существует, а наблюдаемые исследователем избыточные доходности определенной стратегии объясняются случайностью или ошибкой переобучения модели на выборочном историческом периоде и не будут устойчивыми на вневыборочном.

— В ряде исследований последних лет ([59], [35]) проверялась устойчивость доходностей условно рыночно-нейтральных стратегий на основе сотен различных факторов на вневыборочном и послепубликационном периодах, и их результаты показали, что в среднем доходности значительно снижались после публикаций, в большей степени для рыночной вселенной американского фондового рынка и в меньшей — для других, свидетельствуя в пользу отнесения большинства факторов к классу самоустраниющихся рыночных аномалий. В частности, в одной статье [9] сообщается, что доходность стандартного «Long–Short» варианта стратегии по фактору момента, ключевому для нашего исследования, значительно снижалась в период после 1998 года. Однако послепубликационный период тестирования стратегий на американском рынке начинался в среднем в 2000 году и заканчивался в 2013, таким образом попадая в период двух глубоких кризисов широкого рынка.

Мы обратили внимание на то, что факторы риска могут быть коррелированными друг с другом, причем сила взаимосвязи может меняться в разные временные периоды. В частности, мы эмпирически показали, что стратегии на основе фактора моментума показывают значимую отрицательную корреляцию с широким рынком во время высокой волатильности последнего и практически не взаимосвязаны с ним в другие периоды, что согласуется с выводами исследований моментума на длительном историческом периоде ([6] и [21]).

На наш взгляд, главным теоретическим вкладом нашего исследования является опровержение снижения факторной премии моментума в годы после публикации и его последствия для изучения устойчивости и верной классификации других предполагаемых факторов риска. Мы сконструировали и протестировали условно рыночно-нейтральные «Long–Short» стратегии на данных с начала 1999 по ноябрь 2020 года, обнаружив, что их средняя доходность в первую часть данного периода до конца 2012 года действительно снижена и совпадает с таковой в упомянутом исследовании, но во вторую часть периода возвращается на уровень доходностей 20-ого века и даже превышает их для некоторых вариантов стратегии. Мы рассчитали средние доходности общерыночного фактора за сопоставимые с рассматриваемыми в различных исследованиях моментума периоды и показали наличие сильной взаимосвязи между доходностями этих двух факторов на длительных временных горизонтах, предложив несколько объяснений этому явлению в разных частях работы. Таким образом, мы пришли к выводу, что моментум действительно является фундаментальным фактором риска, а не рыночной неэффективностью.

Мы выдвигаем важную гипотезу о том, что многие другие известные академическому сообществу факторы демонстрируют схожий характер взаимосвязи с общерыночным, и поэтому результаты, полученные при их тестировании за первое десятилетие 21-ого века не могут являться достаточным основанием для отнесения к рыночным аномалиям и признания снижения их факторной премии.

Другим значимым теоретическим результатом нашего исследования является эмпирическое подтверждение заметных эффектов возврата к среднему на краткосрочных временных горизонтах, благодаря которым наши стратегии, эксплуатирующие их, демонстрировали значительную избыточную доходность с поправкой на риск.

Важным теоретико-практическим результатом работы также является предлагаемая нами теория рыночно-нейтральных стратегий и их классификация на две большие группы: «Long–Short» стратегии на основе факторов риска и

статистический арбитраж на основе вероятностного математического аппарата возврата к среднему. Мы описали фреймворк для их построения, вывели и изучили общие и отличительные свойства и закономерности, указали на обязательные и желательные условия и предпосылки, а также на потенциальные проблемы применения этих стратегий. К примеру, среди прочего, мы вывели условие, необходимое и достаточное для (истинной) рыночной нейтральности произвольной стратегии, а также доказали отрицательную зависимость потенциальной прибыльности от числа активов в портфеле для обоих типов стратегий, что подтвердилось эмпирически при тестировании их реализаций, разработанных нами.

Также мы построили свою методологию разработки, бектестирования и оценивания эффективности любых алгоритмических активных инвестиционных стратегий. В частности, мы сформулировали две базовые схемы управления вложенными в произвольную стратегию средствами и их реинвестирования, условно назвав их мани-менеджментом по схеме простого и сложного процента, обсудили их преимущества и недостатки. Данная классификация важна тем, что каждой схеме соответствует свой набор показателей эффективности, несовместимый с другой. Мы сформировали оба набора, наполнив их помимо чаще всего используемых абсолютных доходности, риска и базового относительного показателя коэффициента, Шарпа рядом других. В числе прочих мы добавили в наборы абсолютные и относительные показатели, характеризующие асимметрию и эксцесс распределения доходностей произвольной стратегии, а также их серийные корреляции. В качестве таких показателей мы отобрали максимальную просадку по простой и сложной процентным схемам и коэффициент Кальмара для простой схемы, который мы переопределили, изменив формулу по сравнению с оригинальным вариантом, и затем использовали в качестве основной меры доходности с поправкой на риск при оценивании своих стратегий. Наконец, последний такой показатель – коэффициент восстановления для сложной схемы – мы разработали

самостоятельно в качестве альтернативы коэффициенту Кальмара при использовании сложной схемы мани-менеджмента.

Мы обсудили возможность приведения абсолютных показателей доходностей и риска разных стратегий к одному уровню и показали инвариантность коэффициентов Шарпа и Кальмара к масштабированию стратегий с помощью привлечения заемных средств, отметив возникающее отсюда преимущество использования относительных показателей (доходностей с поправкой на риск). Также мы, среди прочего, рассмотрели основные ошибки и риски при построении алгоритмических стратегий и способы их преодоления. Нами были охарактеризованы режимы рынка (межвременной моментум, случайное блуждание, возврат к среднему), пригодные и непригодные для построения активных стратегий, и математическое свойство, позволяющее провести разграничение между ними.

Наконец, практическая значимость нашего исследования заключается в разработке, изучении свойств и оценке эффективности ряда конкретных рыночно-нейтральных стратегий обоих типов применительно к американскому фондовому рынку за наиболее современный исторический период с начала 1999 по конец 2000 года, характеризующийся рядом суровых рыночных кризисов. При создании этих стратегий мы преследовали две цели: добиться доходностей с поправкой на риск, превышающих таковые для бенчмарка, в качестве которого был выбран индекс S&P 500, а также рыночной нейтральности, благодаря чему можно было бы диверсифицировать рыночный риск. Мы достигли обеих целей, однако для подавляющего большинства результативных отдельных стратегий полученная рыночная нейтральность оказалась не абсолютной: корреляция с доходностью широкого рынка была незначимой большую часть времени, но усиливалась по абсолютной величине в периоды высокой волатильности индекса. Тем не менее, большинство результативных вариантов во всех типах рассмотренных нами стратегий хорошо проявили себя в по крайней мере двух из трех главных обвалах 21-ого века.

Использованная нами база исторических данных акций свободна от ошибки выжившего. При определении пула инструментов, доступных для использования стратегиями при бектестинге, мы использовали только наиболее ликвидные акции американского фондового рынка, отбирая их в выборку по критерию превышения среднедневного долларового объема торгов в 50 миллионов долларов. Это было обусловлено стремлением создать стратегии, привлекательные для использования как институциональными, так и частными инвесторами ввиду потенциально меньших транзакционных затрат и большей инвестиционной вместимости. Мы обнаружили, что число инструментов, соответствующих критерию, растет с каждым годом, и высказали несколько предположений, с чем это может быть связано.

Для создания рыночно-нейтральных стратегий класса «Long-Short» мы использовали фактор моментума. Наш подход к алгоритмизации стратегии был похож на использованный в [38], но отличался рядом важных особенностей, главной из которых являлась фиксация количества акций в ноге портфеля на определенном относительно маленьком уровне из заданного множества значений. Изначально мы протестировали по 160 вариантов стратегий с равными весами входящих в портфель акций с их ежемесячной ребалансировкой и без нее. В отличие от результатов [38], мы получили значительное преимущество у типа стратегий без ребалансировки. Мы тщательно проработали и задокументировали общие и отличительные принципы функционирования, особенности и свойства алгоритмов обоих типов стратегий, в частности указав на неприменимость манименеджмента по сложной процентной схеме для стратегий типа без ребалансировки.

Большое число протестированных вариантов стратегий было обусловлено поиском оптимальной среди комбинаций трех параметров. Детальное изучение пространства решений помогло выявить эффективность другого класса рыночно-нейтральных стратегий (статистического арбитража на основе эффекта возврата к среднему) на его подмножестве. Оптимальные и субоптимальные стратегии всех рассмотренных типов и классов характеризуются значениями показателей

эффективности не хуже, чем у выбранного бенчмарка. Стратегии без ребалансировки, как в общей массе, так и лучшие варианты, продемонстрировали значительно лучшую результативность, чем с ребалансировкой. По результатам сравнения на периоде первого десятилетия двадцатого века мы сделали вывод, что оптимальные стратегии этого типа более эффективны, чем классические варианты рыночно-нейтральных стратегий на основе импульса, рассмотренные в работах [38] и [3]. Также многие стратегии без ребалансировки даже из числа неоптимальных значительно превосходят бенчмарк по ключевым в рамках нашего исследования относительным показателям эффективности. Аналогичный результат продемонстрировала и рассмотренная нами стратегия статистического арбитража.

Также мы разработали усовершенствованный тип стратегий без ребалансировки, алгоритм которого оптимизирует веса акций в формируемом портфеле для достижения минимума целевой функции его исторической выборочной дисперсии. В соответствии с нашими теоретическими выкладками эта оптимизация должна была помочь снизить зависимость доходностей стратегии от всех возможных факторов риска, кроме титульного импульса, и привести к достижению лучшей рыночно-нейтральности. Добиться этого не удалось, но полученные стратегии показали очень высокую эффективность по сравнению с базовым типом без ребалансировки. Значение показателя Кальмара по крайней мере у лучшей стратегии оказалось выше более чем в 2 раза, чем у лучшей базовой, и превзошло таковое для другого варианта оптимизации с таргетированием волатильности при помощи модели ARCH, рассмотренного в [6].

Учитывая, что была проведена оптимизация по большому числу вариантов наших стратегий с целью выявления лучших, мы также провели проверку их устойчивости и изменению параметров двумя способами с целью контроля и выявления возможных ошибок переобучения и «копания в данных». Первый способ заключался в визуализации и анализе значений функций показателей эффективности на многомерном пространстве гиперпараметров с помощью

табличных послойных срезов этих значений с нанесенными цветовыми картами и построением 3D диаграммы рассеяния, также с нанесенной цветовой картой. Второй способ представлял собой двухпериодную валидацию стратегий на первой части выборки и за весь период и сравнением рангов двух вариантов по выбранному показателю эффективности.

С помощью этих процедур были проверены стратегии без ребалансировки базового типа и с оптимизацией весов. Оба типа показали, на наш взгляд, пригодные для реального инвестирования и сравнимые между собой результаты в двухпериодной валидации, но базовый тип оказался значительно лучше по итогам анализа пространства гиперпараметров.

Также мы рассмотрели составные портфели, включающие некоторые комбинации рыночно-нейтральных стратегий между собой, с индексом и безрисковой ставкой. Такие комбинации всегда превосходили по относительным показателям эффективности отдельные стратегии, лежащие в их основе. На примере одной из них мы продемонстрировали, что, несмотря на номинальное наличие корреляции с индексом, кривая накопленной доходности остается относительно ровной даже в периоды масштабных кризисов, что свидетельствует о достижении стратегией рыночной нейтральности и диверсифицированности рыночного риска.

Возможным дальнейшим вектором работы и логическим продолжением нашего исследования является, на наш взгляд, изучение поведения других известных факторов риска в период после 2010 года, их взаимодействия между собой и с общерыночным, с целью подтверждения нашей гипотезы о том, что многие из них действительно являются факторами риска, и их факторная премия устойчива на долгосрочном горизонте в том числе и после открытия и публикации.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Григорьев А. В. Лекции по корпоративным финансам / Григорьев А. В., ИПК СФУ, 2008. 60 с.
2. Информационное агентство России ТАСС Мосбиржа сняла запрет на короткие продажи акций «Аэрофлота» - биржа // [finanz.ru](http://finanz.ru) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finanz.ru/novosti/aktsii/mosbirzha-snyala-zapret-na-korotkie-prodazhi-akciy-aeroflota-birzha-1029513806>.
3. Asness C. S., Moskowitz T. J., Pedersen L. H. Value and Momentum Everywhere: Value and Momentum Everywhere // *The Journal of Finance*. 2013. № 3 (68). С. 929–985.
4. Avellaneda, M. Hard-to-Borrow Securities // Marco Avellaneda - NYU Courant [Электронный ресурс]. URL: <https://www.math.nyu.edu/~avellane/Lecture13Quant.pdf>.
5. Bachelier L. Théorie de la spéculation // *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*. 1900. (17). С. 21–86.
6. Barroso P., Santa-Clara P. Momentum has its moments // *Journal of Financial Economics*. 2015. № 1 (116). С. 111–120.
7. BBC News Coronavirus: Worst economic crisis since 1930s depression, IMF says // BBC News [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/news/business-52236936>.
8. Bessembinder H., Chan K. Market Efficiency and the Returns to Technical Analysis // *Financial Management*. 1998. № 2 (27). С. 5.
9. Bhattacharya D., Li W.-H., Sonaer G. Has momentum lost its momentum? // *Review of Quantitative Finance and Accounting*. 2017. № 1 (48). С. 191–218.
10. Bodie Z., Kane A., Marcus A. J. Investments / Z. Bodie, A. Kane, A. J. Marcus, Eleventh edition-e изд., New York, NY: McGraw-Hill Education, 2018. 968 с.

11. Borzykowski B. The trillion-dollar ETF boom triggered by the financial crisis just keeps getting bigger // CNBC [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cnbc.com/2018/09/14/the-trillion-dollar-etf-boom-triggered-by-the-financial-crisis.html>.
12. Brealey R. A., Myers S. C., Marcus A. J. Fundamentals of corporate finance / R. A. Brealey, S. C. Myers, A. J. Marcus, Ninth edition-е изд., New York, NY: McGraw-Hill, 2018. 726 с.
13. Carhart M. M. On Persistence in Mutual Fund Performance // The Journal of Finance. 1997. № 1 (52). С. 57–82.
14. Chan E. P. Quantitative trading: how to build your own algorithmic trading business / E. P. Chan, Hoboken, N.J: John Wiley & Sons, 2009. 181 с.
15. Chan E. P. Algorithmic trading: winning strategies and their rationale / E. P. Chan, Hoboken, New Jersey: Wiley, 2013. 207 с.
16. Chan E. P. Machine trading: deploying computer algorithms to conquer the markets / E. P. Chan, Hoboken: Wiley, 2017. 250 с.
17. Chen L., Pelger M., Zhu J. Deep Learning in Asset Pricing // SSRN Electronic Journal. 2019.
18. Clarke R. G., Silva H. de, Thorley S. Primer on Factor Exposures and Payoffs // SSRN Electronic Journal. 2017.
19. Cont R. Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues // Quantitative Finance. 2001. № 2 (1). С. 223–236.
20. Damodaran A. S&P 500 Earnings // Damodaran On-line Home Page [Электронный ресурс]. URL: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/spearn.htm](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/spearn.htm).
21. Daniel K., Moskowitz T. J. Momentum crashes // Journal of Financial Economics. 2016. № 2 (122). С. 221–247.
22. Engle R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation // Econometrica. 1982. № 4 (50). С. 987.
23. Engle R. F., Granger C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing // Econometrica. 1987. № 2 (55). С. 251.

24. Fama E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work // The Journal of Finance. 1970. № 2 (25). С. 383–417.
25. Fama E. F., French K. R. The Cross-Section of Expected Stock Returns // The Journal of Finance. 1992. № 2 (47). С. 427–465.
26. Fama E. F., French K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds // Journal of Financial Economics. 1993. № 1 (33). С. 3–56.
27. Fama E. F., French K. R. A five-factor asset pricing model // Journal of Financial Economics. 2015. № 1 (116). С. 1–22.
28. Fama E. F., MacBeth J. D. Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests // Journal of Political Economy. 1973. № 3 (81). С. 607–636.
29. Feng G., Giglio S., Xiu D. Taming the Factor Zoo: A Test of New Factors // The Journal of Finance. 2020. № 3 (75). С. 1327–1370.
30. Frazzini A., Israel R., Moskowitz T. J. Trading Costs // SSRN Electronic Journal. 2018.
31. Gu S., Kelly B., Xiu D. Empirical Asset Pricing via Machine Learning // The Review of Financial Studies. 2020. № 5 (33). С. 2223–2273.
32. Harris C. R. [и др.]. Array programming with NumPy // Nature. 2020. № 7825 (585). С. 357–362.
33. Hayashi F. Econometrics / F. Hayashi, Princeton: Princeton University Press, 2000. 683 с.
34. Hunter J. D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // Computing in Science & Engineering. 2007. № 3 (9). С. 90–95.
35. Jacobs H., Müller S. Anomalies across the globe: Once public, no longer existent? // Journal of Financial Economics. 2020. № 1 (135). С. 213–230.
36. James G. MacKinnon Economics Department, Queen's University. Critical Values For Cointegration Tests. 2010.
37. Jegadeesh N. Evidence of Predictable Behavior of Security Returns // The Journal of Finance. 1990. № 3 (45). С. 881–898.

38. Jegadeesh N., Titman S. Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency // The Journal of Finance. 1993. № 1 (48). С. 65–91.
39. Jegadeesh N., Titman S. Profitability of Momentum Strategies: An Evaluation of Alternative Explanations // The Journal of Finance. 2001. № 2 (56). С. 699–720.
40. Jensen M. C. The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964 // The Journal of Finance. 1968. № 2 (23). С. 389–416.
41. Joanna Ossinger Value Investors Believe Their Long Winter May Soon End // Bloomberg Businessweek [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-07-30/value-stocks-vs-growth-stocks-is-the-worst-over>.
42. Jobson J. D., Korkie B. M. Performance Hypothesis Testing with the Sharpe and Treynor Measures // The Journal of Finance. 1981. № 4 (36). С. 889–908.
43. Kenneth R. French Current Research Returns // Kenneth R. French - Data Library [Электронный ресурс]. URL: [http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data\\_library.html](http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html).
44. Kirilenko A. [и др.]. The Flash Crash: High-Frequency Trading in an Electronic Market: The Flash Crash // The Journal of Finance. 2017. № 3 (72). С. 967–998.
45. Kluyver T. [и др.]. Jupyter Notebooks - a publishing format for reproducible computational workflows 2016.
46. Krauss C. Statistical arbitrage pairs trading strategies: review and outlook // Journal of Economic Surveys. 2017. № 2 (31). С. 513–545.
47. Lai K. K., Yu L., Wang S. Mean-Variance-Skewness-Kurtosis-based Portfolio Optimization Hangzhou, Zhejiang, China: IEEE, 2006. С. 292–297.
48. Lai T.-Y. Portfolio selection with skewness: A multiple-objective approach // Review of Quantitative Finance and Accounting. 1991. № 3 (1). С. 293.

49. Leung T., Li X. Optimal mean reversion trading with transaction costs and stop-loss exit // International Journal of Theoretical and Applied Finance. 2015. № 03 (18). C. 1550020.
50. Livingston Brian Widely followed risk-return measure for stock portfolios is debunked after 55 years // MarketWatch [Электронный ресурс]. URL: <https://www.marketwatch.com/story/widely-followed-risk-return-measure-for-stock-portfolios-is-debunked-after-55-years-2019-08-07>.
51. Lo A. W. Long-Term Memory in Stock Market Prices // Econometrica. 1991. № 5 (59). C. 1279.
52. Lo A. W. The Statistics of Sharpe Ratios // Financial Analysts Journal. 2002. № 4 (58). C. 36–52.
53. Lo A. W., MacKinlay A. C. Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test // Review of Financial Studies. 1988. № 1 (1). C. 41–66.
54. Lo A. W., Patel P. N. 130/30: The New Long-Only // The Journal of Portfolio Management. 2008. № 2 (34). C. 12–38.
55. López de Prado M. M. Advances in financial machine learning / M. M. López de Prado, New Jersey: Wiley, 2018.
56. Malkiel B. G. A random walk down Wall Street: the time-tested strategy for successful investing / B. G. Malkiel, New York: W.W. Norton & Company, 2019. 431 c.
57. Mandelbrot B. The Variation of Certain Speculative Prices // The Journal of Business. 1963. № 4 (36). C. 394–419.
58. Markowitz H. Portfolio Selection // The Journal of Finance. 1952. № 1 (7). C. 77–91.
59. Mclean R. D., Pontiff J. Does Academic Research Destroy Stock Return Predictability?: Does Academic Research Destroy Stock Return Predictability? // The Journal of Finance. 2016. № 1 (71). C. 5–32.

60. PennState Elberly College Of Science 1.2 Sample ACF and Properties of AR(1) Model // STAT 510 Applied Time Series Analysis [Электронный ресурс]. URL: <https://online.stat.psu.edu/stat510/lesson/1/1.2>.
61. Rampertshammer, Stefan An Ornstein-Uhlenbeck Framework for Pairs Trading 2007.
62. Reback J. [и др.]. pandas-dev/pandas: Pandas 1.1.3 / J. Reback, W. McKinney, Jbrockmendl, J. V. D. Bossche, T. Augspurger, [и др.], Zenodo, 2020.
63. Resnick S. I. A Probability Path / S. I. Resnick, Boston, MA: Birkhäuser Boston, 2014.
64. Ross S. A. The arbitrage theory of capital asset pricing // Journal of Economic Theory. 1976. № 3 (13). С. 341–360.
65. SciPy 1.0 Contributors [и др.]. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python // Nature Methods. 2020. № 3 (17). С. 261–272.
66. Sharpe W. F. Mutual Fund Performance // The Journal of Business. 1966. № 1 (39). С. 119–138.
67. Sharpe W. F. The Sharpe Ratio // The Journal of Portfolio Management. 1994. № 1 (21). С. 49–58.
68. Statman M. How Many Stocks Make a Diversified Portfolio? // The Journal of Financial and Quantitative Analysis. 1987. № 3 (22). С. 353.
69. Stock J. H., Watson M. W. Introduction to econometrics / J. H. Stock, M. W. Watson, Fourth edition-е изд., New York, NY: Pearson, 2019.
70. Strogatz S. H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering / S. H. Strogatz, Second edition-е изд., Boulder, CO: Westview Press, a member of the Perseus Books Group, 2015. 513 с.
71. Taylor M. P., Allen H. The use of technical analysis in the foreign exchange market // Journal of International Money and Finance. 1992. № 3 (11). С. 304–314.
72. Thomas A. The Comprehensive Guide to Stock Price Calculation // Quandl blog [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.quandl.com/guide-to-stock-price-calculation>.

73. Vidyamurthy G. Pairs trading: quantitative methods and analysis / G. Vidyamurthy, Hoboken, N.J: J. Wiley, 2004. 210 с.
74. Wright J. A., Yam S. C. P., Yung S. P. A test for the equality of multiple Sharpe ratios // The Journal of Risk. 2014. № 4 (16). С. 3–21.
75. Young, Terry W. Calmar Ratio: A Smoother Tool // Futures. 1991.
76. Our Model Goes to Six and Saves Value From Redundancy Along the Way // AQR Capital [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aqr.com/Insights/Perspectives/Our-Model-Goes-to-Six-and-Saves-Value-From-Redundancy-Along-the-Way>.
77. Understanding smart beta // Invesco [Электронный ресурс]. URL: <https://www.invesco.com/us-rest/contentdetail?contentId=a8569b81e1c0e510VgnVCM100000c2f1bf0aRCRD>.
78. CRSP U.S. Total Market Index // CRSP - The Center for Research in Security Prices [Электронный ресурс]. URL: <http://www.crsp.org/products/investment-products/crsp-us-total-market-index>.