

В совет по защите диссертаций на
соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
Д 212.196.15 на базе ФГБОУ ВО
«Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова»,
г. Москва, Стремянный пер., д. 36

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., профессора Голембиовского Дмитрия Юрьевича

на диссертационную работу Мусина Артура Рустамовича на тему
«Модели и методы принятия решений в автоматизированной торговле
активами финансового рынка», представленную на соискание учёной
степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.13 –
Математические и инструментальные методы экономики
(экономические науки)

Актуальность темы научного исследования

Развитие компьютерных технологий и прикладной математики в последние десятилетия достигло уровня, позволяющего автоматизировать один из самых сложных процессов, связанных с принятием оперативных управленческих решений – процесс биржевой торговли. Торговые программы могут одновременно учитывать значительно большее число факторов, чем самые квалифицированные трейдеры. Использование роботов драматически сокращает время принятия решений и увеличивает частоту совершения операций. Автоматические трейдеры не испытывают усталости и не совершают связанных с этим ошибок. Они абсолютно «дисциплинированы», всегда следуют заложенной в них стратегии совершения операций. Помимо минимизации рисков, в основе автоматизации лежит и стремление к экономии на человеческих ресурсах, поскольку каждый трейдер — это высокооплачиваемый специалист.

С каждым годом доля автоматизированных торговых операций в общем объёме сделок увеличивается. Более половины оборота валютного рынка Московской биржи обеспечивают торговые роботы, которые генерируют сигналы на покупку-продажу валюты и совершают сделки по заранее установленной программе. Помимо курса рубля, роботы также преобладают на рынках бумаг Газпрома и Сбербанка. На

зарубежных биржах, доля сделок, совершаемых торговыми программами, может достигать 90%. Внедрение роботов приводит к значительному сокращению числа трейдеров. Так, по данным Bloomberg, с 2008 года на Уолл-стрит исчезло более 500 тыс. рабочих мест в биржевой сфере. Это совпало с автоматизацией процесса, что привело к сокращению персонала и породило новое поколение трейдеров, решения которых основаны на математических моделях.

Использование роботов ведёт к увеличению ликвидности рынка, однако определённые ошибки в алгоритме роботизированной торговой системы могут создать серьёзные рыночные колебания, что уже неоднократно происходило на практике. Алгоритмическая торговля стала причиной резкого падения акций на Чикагской товарной бирже в мае 2010 года, когда промышленный индекс Dow Jones опустился почти на одну тысячу пунктов за полчаса. После данных событий Комиссия США по ценным бумагам и биржам (SEC) и Комиссия по торговле товарными фьючерсами (CFTC) провели расследование и выяснили, что в обвале виновата автоматизированная система исполнения сделок. В октябре 2014 года рост автоматизации и алгоритмический характер торгов стали одной из причин резкого падения на рынке американских казначейских ценных бумаг. Доходность по 10-летним облигациям США упала на 34 пункта в течение нескольких минут. В апреле 2018 года ЦБ РФ выпустил доклад «Оценка влияния высокочастотной торговли на параметры финансового рынка Российской Федерации».

Как видно из изложенного, разработка моделей и методов принятия решений, обеспечивающих корректное функционирование программ автоматизированной торговли финансовыми инструментами в настоящее время является высоко актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

При проведении исследований автор использовал результаты отечественных и зарубежных ученых в области математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, эконометрического моделирования, технического анализа, автоматизированных торговых систем. В тексте диссертации содержатся соответствующие ссылки на известные публикации, список литературы включает 172 источника.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается корректным использованием методов эконометрического моделирования; подтверждается значительным объемом экспериментов по применению разработанных моделей на основе реальных статистических данных,

публикацией результатов в 11 печатных работах, 7 из которых – в рецензируемых научных изданиях.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на ряде международных конференций, использованы в работе государственного банка, имеется соответствующая справка о внедрении разработок автора. Также получено свидетельство о государственной регистрации программы, созданной в процессе подготовки диссертации.

Корректное применение методов исследования, обширные экспериментальные исследования, достаточная апробация результатов позволяют утверждать, что выдвигаемые научные положения, выводы и рекомендации являются обоснованными.

Анализ содержания и структуры диссертационного исследования

Текст диссертационной работы включает введение, три главы, заключение, список литературы из 172 источников и 18 приложений.

Во введении (С. 4-12) обосновывается актуальность выбранной темы исследования, обсуждается степень ее разработанности, формулируется цель и основные задачи исследования, его объект, предмет, теоретическая и методологическая основа, информационная база и область исследования. Затем во введении представляется научная новизна исследования, характеризуются основные результаты, полученные соискателем, обладающие научной новизной и выносимые на защиту, описывается теоретическая и практическая значимость исследования, а также внедрение результатов исследования и их апробация.

В первой главе диссертации (С. 13-57) рассматриваются особенности случайных процессов финансового рынка. Отмечается, в частности, что одной из главных проблем является нестационарность данных процессов. Для ряда индикатора USDX это свойство экспериментально подтверждено автором при помощи теста Дикки-Фуллера. Рассматриваются некоторые преобразования случайных процессов финансового рынка, снижающие их нестационарность.

Проведен анализ достоинств и недостатков известных моделей нестационарных временных рядов, таких как модели ARIMA, GARCH и модель пространства состояний, идентифицируемая при помощи фильтра Калмана. Также рассматриваются возможности технического анализа и модели, представляющие собой обобщение винеровского процесса.

Во второй главе (С. 58-109) получаются основные научные результаты диссертации. Автором разработан новый метод трансформации времени финансовых временных рядов, способствующий

увеличению их однородности. Проведенные эксперименты показали, что в результате преобразования распределение относительных приращений ряда становится ближе к нормальному распределению.

Автором подробно изучена модель Jablonska-Capasso-Morale⁴, разработанная первоначально для описания процессов популяционной динамики. Осуществлено обобщение данной модели для агрегированного учета поведения участников рынка, обладающих различными финансовыми возможностями. Также в модель добавлен элемент, представляющий поведение инвесторов, которые руководствуются долгосрочными ожиданиями изменения рыночной цены. Предложена процедура оценивания параметров обобщенной модели при помощи фильтра Калмана.

Третья глава диссертации (С. 110-156) посвящена разработке и тестированию автоматизированной торговой системы на основе результатов, представленных в главах 1 и 2 и получившей название ТС1 («Торговый советник 1»). Также были разработаны торговые системы ТС2 и ТС3, использующие принципы традиционного технического анализа. Лучшие результаты для валютного рынка продемонстрировала система ТС1. Еще большую эффективность показала дополнительная торговая система ТС4, совмещающая принятие решений на основе модели, разработанной в главе 2, и индикаторов технического анализа. В главе также рассматриваются результаты эмпирических исследований по оптимизации обучения разработанных торговых систем.

В Заключении (С. 157-161) представлены основные результаты и выводы проведенного диссертационного исследования. В приложениях «А» – «Т» (С. 179-215) и «Ф» (С. 217) приведены результаты проведенных статистических исследований и коды программ разработанных торговых систем. Приложение «У» (С. 216) содержит копию свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные научные результаты и их новизна

Научная новизна исследования Мусина А.Р. заключается в разработке экономико-математических моделей прогнозирования финансовых временных рядов и создании на их основе систем автоматизированного принятия решений по совершению торговых операций. Наиболее существенные результаты работы, обладающие научной новизной и полученные лично автором, состоят в следующем:

- Разработан метод трансформации времени финансовых рядов, способствующий увеличению их однородности за счет проведения процедуры агрегации по волатильности, где выбор порога агрегации

определяется его соответствием минимальному значению тестовой статистики Колмогорова-Смирнова.

- Осуществлено обобщение экономико-математической модели временных рядов финансового рынка, позволяющее агрегировать поведение участников, обладающих различными финансовыми возможностями и целями, а также учесть присутствие на рынке группы инвесторов, руководствующихся долгосрочными ожиданиями динамики цен активов. Обобщенная модель также позволяет использовать трендовые, моментные и стохастические локально-уровневые закономерности рыночного ценообразования.

- На базе платформы MetaTrader 4 создана автоматизированная система принятия и осуществления торговых решений. Алгоритм принятия системой торговых решений опирается на разработанный метод трансформации времени финансовых рядов и прогнозы обобщенной экономико-математической модели.

- На базе платформы MetaTrader 4 разработаны процедуры обучения автоматизированных торговых систем, позволяющие выявлять подходящие значения оптимизируемых (на основе генетического алгоритма платформы) параметров соответствующей обучаемой системы, обеспечивая ей высокий уровень экономической результативности.

- Разработан метод агрегации прогнозов математических моделей и инструментов технического анализа, позволяющий их совместное использование при принятии решений автоматизированными торговыми системами. Метод обеспечивает повышение устойчивости результатов торговых систем к конъюнктурным вариациям рассматриваемого финансового рынка.

Значимость научных положений, выводов и рекомендаций

Научная ценность результатов, полученных А.Р. Мусиным, обусловлена расширением известных моделей ценовой динамики финансовых рынков, разработкой нового метода трансформации финансовых временных рядов, повышающего их однородность и приближающего распределение их относительных приращений к нормальному закону распределения. Полученные результаты могут служить основой для дальнейших исследований в области прогнозирования финансовых временных рядов.

Практическая значимость рассматриваемой работы определяется возможностью использования полученных результатов для разработки автоматизированных торговых систем, осуществляющих управление портфелями финансовых инструментов. Работа может быть интересной

для широкого круга участников финансового рынка – банков, финансовых компаний, инвестиционных фондов и частных трейдеров.

Замечания официального оппонента

Несмотря на общий высокий научный и практический уровень работы, следует отметить ряд присущих ей недостатков.

1. В разделе 1.2 утверждается, что «модели ARCH и GARCH не позволяют описывать асимметрию волатильности в зависимости от предыдущих шоков цены торгуемого актива». Хорошо известно, однако, что существуют разновидности GARCH-моделей, которые позволяют учсть указанную асимметрию, например, модели TGARCH и EGARCH.

2. В разделе 2.2 автор вначале получает новую модель движения биржевых цен, коэффициенты которой зависят от времени. Затем эти коэффициенты полагаются постоянными. Единственное обоснование такого упрощения, которое приводит автор, заключается в том, что «использование зависимых от времени коэффициентов значительно осложнит процесс построения оценки модели».

3. Текст диссертации содержит целый ряд стилистических погрешностей и спорных утверждений. Так, в разделе 1.1 утверждается, что «в современной форме финансовый рынок представляет собой биржи», в то время как в основном рассматриваемый в диссертации рынок FOREX является преимущественно внебиржевым.

В разделе 1.2 автором указано, что «проблема гетероскедастичности данных финансового рынка, выражающаяся в кластеризации волатильности, является косвенным подтверждением периодичности изменения детерминированной компоненты ряда волатильности». На самом деле изменение волатильности не обязательно следует периодическому закону.

В разделе 3.1 сообщается, что «на рынке бинарных опционов основным показателем, влияющим на качество создаваемой торговой системы, является процент правильных направлений прогноза, реализуемый с помощью заложенной в систему прогнозной модели». Очевидно, что данный показатель является основным для торговли на любом финансовом рынке, а не только на рынке бинарных опционов.

Приведенные замечания не уменьшают научную ценность и практическую значимость полученных автором результатов и выводов и существенно не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа «Модели и методы принятия решений в автоматизированной торговле активами финансового рынка» отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (утв. постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Мусин Артур Рустамович заслуживает присуждения учёной степени «кандидат экономических наук» по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

директор Департамента
по управлению финансовыми
рисками ПАО «Промсвязьбанк»,
доктор технических наук,
профессор

Голембiovский Д.Ю.



Лебанова Е.Н.
01.04.2019г.

Сведения о лице, предоставившем отзыв:

Ф.И.О.: Голембiovский Дмитрий Юрьевич

Ученая степень: доктор технических наук по специальности 05.13.10 – управление в социальных и экономических системах

Ученое звание: профессор

Место работы: Публичное акционерное общество «Промсвязьбанк»

Должность: директор Департамента по управлению финансовыми рисками

Адрес места работы: 115114, г. Москва, Дербеневская набережная, д. 7, стр. 10

Рабочий тел.: 84957873333

e-mail: golembiovskiydyu@psbank.ru