

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ



119049, РОССИЯ, Г. МОСКВА, УЛ. ШАБОЛОВКА, Д. 26, СТР. 3, ОФИС 3305, E-MAIL: ECON@HSE.RU

Факультет экономических наук

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Чертока Андрея Викторовича**
«Моделирование потоков заявок на финансовых рынках
с помощью обобщенных процессов риска», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.01.05 – теория вероятностей и математическая статистика

Диссертационная работа Чертока А.В. посвящена построению модели неоднородных и нестационарных потоков заявок на финансовых рынках с привлечением аппарата обобщенных дважды стохастических пуассоновских процессов.

Актуальность темы диссертации связана с активным развитием системы электронных торгов на финансовых рынках, а также широким распространением высокочастотных торговых систем. Существенно возросшие объёмы данных о потоках заявок, механическая природа динамики книги заявок сделали электронный рынок интересным и важным объектом для построения статистических моделей. Разработка новых моделей, адекватно описывающих высокочастотную динамику рынков на микроструктурном уровне, в настоящий момент является чрезвычайно актуальной задачей для риск-менеджеров и финансовых регуляторов.

Основным результатом диссертационной работы является разработка и исследование математической модели, описывающей потоки заявок на финансовых рынках с неоднородными интенсивностями. В работе вводится процесс дисбаланса потоков заявок как интегральный индикатор текущего состояния книги заявок, для его описания предложена модель двустороннего процесса риска – процесса риска со случайными премиями, известного из теории страхования. В качестве формальной модели было предложено использовать специальный обобщенный дважды стохастический пуассоновский процесс (обобщенный процесс Кокса), описывающий нестационарную природу интенсивностей потоков заявок, наблюдаемую в реальности. Предложенный подход позволил применить и развить в работе аппарат функциональных предельных теорем для изучения предельных состояний процесса дисбаланса потоков заявок, что позволяет получать его асимптотические аппроксимации. Также важным результатом является построенная в последней главе математическая модель токсичности потоков заявок на основе модели процесса дисбаланса потоков заявок. В работе предложено два альтернативных подхода (баейсовский и квантильный) к оценке показателя токсичности, а также процедура оценки токсичности потоков заявок в режиме реального времени.

Практическая значимость диссертации Чертока А.В. состоит в возможности использования разработанных моделей как в системах финансового контроля рисков в банках, хедж-фондах, так и для анализа рыночной активности в системах, используемых финансовыми регуляторами. Также стоит отметить, что предложенные модели могут быть использованы для описания процессов за пределами финансовых рынков – возросшая скорость жизни современного общества и переход большинства систем обслуживания в электронный формат привела к появлению большого количества высоконагруженных высокочастотных систем, в частности, систем электронной

торговли (интернет-магазины, рекламный трафик). Результаты диссертации могут быть полезны для проведения исследований в таких организациях как НИУ ВШЭ, ЦЭМИ РАН, ИПИ РАН, МГУ.

Диссертационная работа Чертока А.В. имеет следующую структуру. Во введении работы отражена актуальность, новизна и прикладная значимость темы диссертации, сформулированы цель работы и положения, выносимые на защиту. В первой главе вводятся ключевые модели и терминология. В Разделе 1.2 даются необходимые определения и в условиях, когда интенсивности потоков заявок остаются постоянными, вводится двухсторонний процесс риска, адаптирующий определение процесса риска со случайными премиями из теории страхования к специфике задачи, и доказывается, что он является обобщенным процессом Пуассона. В Разделе 1.3 вводится условный неоднородный процесс дисбаланса потока заявок, предлагается мультипликативная форма интенсивностей потоков заявок. При условии случайной природы внешнего информационного фона получен процесс дисбаланса потоков заявок в общем виде как специальный обобщенный дважды стохастический процесс Пуассона. В разделе 1.5 сформулированы предельные теоремы переноса для одномерных распределений процесса дисбаланса потоков заявок в условиях существования вторых моментов объемов заявок. Глава завершается эмпирическим анализом реальных данных. Вторая глава посвящена функциональным предельным теоремам для процесса дисбаланса потоков заявок OFI. В Разделе 2.1 второй главы содержится предварительный материал о пространстве Скорохода и процессах Леви. В Разделе 2.2 доказывается общая функциональная теорема, устанавливающая условия сходимости процессов OFI к процессам Леви в пространстве Скорохода в контексте роста интенсивностей потока заявок. В Разделе 2.3 рассматриваются условия сходимости процессов OFI с элементарными скачками (т.е., размерами заявок), обладающими конечными дисперсиями, к процессам Леви с сдвиг-масштабными смесями нормальных одномерных распределений, то есть, к подчиненным винеровским процессам, в частности, к обобщенным гиперболическим процессам Леви. В третьей главе в рамках рассмотренной модели были введены такие понятия, как мгновенный профиль токсичности потока заявок, а также байесовский и квантильный показатели токсичности, вычисляемые на основе параметров, описывающих потоки всех заявок, поступающих на рынок. Данные показатели были рассчитаны для двух модельных типов потока заявок. В первом случае рассматривались заявки единичного объема, а во втором случае объем заявок предполагался случайным и имеющим показательное распределение. В работе проведена валидация модели на реальных. В заключении сформулированы основные результаты, выводы из проведенного исследования, а также возможные направления для дальнейших исследований.

В качестве замечаний к работе отметим следующее:

Работа содержит небольшое количество опечаток и вкраплений английского текста. Например, на странице 90 в формуле (3.2) используются обозначения λ_1 и λ , но нигде не поясняется, что они означают, на странице 96 говорится о валидации модели из несуществующего раздела 6.2. Не приведена расшифровка аббревиатуры NOI, хотя, о каком процессе идет речь, понятно из текста.

В тексте диссертации в разных разделах для одних и тех же объектов иногда вводятся различные обозначения, что затрудняет чтение работы.

На странице 64 в условии (2.5) и странице 66 в формулировке и доказательстве леммы 2.3 допущено неудачное (неаккуратное) обозначение – вместо степеней δ и δ_1 должны использоваться $\beta\delta$ и $\beta\delta_1$ соответственно. Далее подлежат такой же корректировке условия (2.17) и (2.18). Указанные условия и лемма формулировались для доказательства основного результата главы 2 – теоремы 2.2, на ход которого данные поправки не влияют. Данное замечание повлияло на область значений параметра ($\beta\delta_1$) в формулировке теоремы 2.2: вместо полуинтервала $(0,1]$ должен быть

указан полуинтервал $(0.5, 1]$, поскольку такое требование содержится в условиях теоремы 2.1, утверждение которой используется при доказательстве теоремы 2.2.

Перечисленные замечания носят методический характер и не влияют на положительную оценку работы.

По теме диссертационного исследования Чертока А.В. опубликовано 8 работ, 4 из которых в журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК РФ.

В целом, диссертация отличается значимостью изучаемой задачи, новизной полученных результатов, математической строгостью и значимостью вероятностных методов обоснования результатов, полнотой изложения материала. Опубликованные работы и автореферат диссертации полностью соответствуют содержанию диссертации и позволяет судить как о полученных в диссертации результатах, так и о методах обоснования, новизне и актуальности этих результатов. Данная работа представляет безусловный научный интерес и вполне соответствует требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 «Теория вероятностей и математическая статистика», а её автор Черток Андрей Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доцент
департамента прикладной экономики
факультета экономических наук
федерального государственного автономного
учреждения высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»,
кандидат физико-математических наук

Адрес: 101990, г. Москва, ул. Шаболовка, дом 28, комн. 110
Телефон: +7(495)772-95-90 *26255
e-mail: ekossova@hse.ru



Коссова Е.В.

Подпись Е.В. Коссовой заверяю:

заместитель декана факультета НИУ ВШЭ

Осипова Е.В.