

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Трусова Николая
Всеволодовича
на тему: «Математическое моделирование динамики поведения
экономических агентов»
по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ**

Диссертация Н.В.Трусова посвящена исследованию разного рода среднесрочных экономико-математических моделей, характеризующихся присутствием агентов, способных самостоятельно принимать решения и взаимодействовать друг с другом. Такой характер агентов делает задачи экономической динамики существенно более сложными в сравнении, например, с задачами физики, где используется тот же самый математический аппарат. Представленная работа подкупает тем, что в ней представлено не только теоретическое исследование широкого спектра задач, которые могут быть объединены присутствием агентов, допускающих коллективное поведение, но и доведение результатов до практического использования. В диссертации содержатся конкретные примеры анализа данных и приводятся программные комплексы, полностью готовые для использования в приложениях. Кроме того, поскольку представленная техника подробно описана, она может быть перенесена и на другие задачи с соответствующей модификацией.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложений. Введение содержит краткий обзор предыдущих результатов исследований в области мультиагентных систем, там же обосновывается важность исследования математических моделей экономического поведения населения, перечислены основные задачи, структура и результаты диссертации с указанием их новизны, теоретической и практической значимости, перечислены методы исследования и результаты апробации.

Глава 1 носит теоретический характер. Сперва исследуется модифицированная модель экономического поведения рационального домашнего хозяйства рамсеевского типа на несовершенном рынке потребительского кредита в форме задачи оптимального управления. Предполагается, что домашнее хозяйство максимизирует дисконтированное потребление на конечном временном горизонте и имеет возможность осуществлять займы по потребительскому кредиту, сберегать в форме депозитов или не взаимодействовать с коммерческими банками. В частности, построен синтез оптимального управления в аналитическом виде на бесконечном временном горизонте. Классифицированы типы экономических агентов, соответствующие различным социальным слоям, при помощи решения задачи синтеза оптимального управления. Далее в главе 1 исследуется новая модель формирования процентных ставок по потребительскому кредиту на основе анализа интересов и логики поведения коммерческих банков. Предполагается, что коммерческие банки назначают ставку по потребительскому кредиту, исходя из своих интересов, оценивая ответное поведение домашних хозяйств. Задача решается с привлечением концепции игр среднего поля, позволяющая анализировать динамику расслоения агентов на основе их группового поведения. В частности, исследуется групповое поведение домашних хозяйств на несовершенном рынке потребительских кредитов и депозитов. Существенной проблемой является необходимость решения уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова, описывающего плотность распределения агентов. С этой целью приводится разностная схема, позволяющая эффективно реализовать вычисления.

Глава 2 посвящена вопросам идентификации и верификации моделей экономического поведения домашних хозяйств на основе статистических данных. Приводится описание программных комплексов, которые могут быть применены для анализа состояния отечественного рынка потребительского кредита.

Глава 3 посвящена моделям формирования доходов населения. В частности, исследуется динамика рациональных работников на рынке труда в предположении, что работник максимизирует дисконтированное потребление и увеличивает свои профессиональные навыки для получения более высокой заработной платы. Далее исследуется групповое поведение населения с подражательным поведением на фондовом рынке на основе концепции игр среднего поля, в рамках которой приходится совместно решать связанные уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана и Фоккера-Планка-Колмогорова. В процессе решения возникают как теоретические, так и практические трудности. Часть результатов посвящена поиску их преодоления. С помощью этой методики изучается поведение высокочастотных трейдеров во время кризиса фондового рынка Китая в 2015 году.

В заключении перечисляются основные результаты, выносимые на защиту.

Хочу заметить, что диссертация производит очень приятное впечатление. Она содержит большое число результатов, достаточно разнородных, но объединенных общим подходом. Возможно, число этих результатов даже слишком велико для кандидатской диссертации. Чувствуется, что автор видел, что в рамках его методики могут быть исследованы все новые и новые задачи, и в какой-то момент он принял волевое решение о том, что будет включено в диссертацию. Это дает основания думать, что в дальнейшем это деятельность будет продолжена и перенесена в новые области.

Хочу подчеркнуть, что тема, развиваемая диссертантом, несомненно, актуальна и очень востребована в современной экономической ситуации. Результаты диссертации полностью и подробно обоснованы и апробированы, они являются новыми, достоверность подтверждена тщательным тестированием на статистических данных.

89

Результаты исследования полностью опубликованы в 32 печатных работах (12 из них из WoS/Scopus, в свою очередь из них 4 работы с одним автором), докладывались на многочисленных семинарах и конференциях. Имеются свидетельства о регистрации трех программных комплексов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация написана очень подробно и аккуратно. Некоторые места изложены, возможно, даже слишком подробно. Это касается, например, вывода уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова для плотности гауссовской случайной величины (стр.76), которое можно найти во всех стандартных учебниках по стохастическим дифференциальным уравнениям. С другой стороны, это позволяет читать текст без обращения к дополнительным источникам.

Перейду к замечаниям. Большинство из них носит стилистический характер.

Например, на стр. 47 встречается фраза «Рассмотрим каждый из типов поведения Теоремы», тогда как более правильно было бы сказать «Рассмотрим каждый из типов поведения, описанных в Теореме». Далее, на стр.73 встречается термин «Автомодельное уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана», тогда как речь идет об уравнении, которому удовлетворяет автомодельное решение уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана. Встречаются грамматические ошибки (или опечатки), например, на стр.77.

На стр.71 неверно приведено решение СДУ для доходов домашнего хозяйства $S(t)$ (это уравнение решено, например, Оксендаль гл.5 пр.5.1.1), однако используемое далее матожидание вычислено верно, так что эта ошибка (опечатка?) не влияет на результат.

На стр.136 вводится стохастическое уравнение для величины заработной платы, содержащее процесс Леви. Для плотности случайной величины, соответствующей этому процессу, выводится уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка (3.2.7). Хорошо известно, что уравнение для плотности случайной величины в случае присутствия скачков содержит

интегральный член (например, Oksendal B., Sulem A., Applied Stochastic Control of Jump Diffusions. Springer, Berlin--Heidelberg--New-York, 2005). Хотелось бы понять, почему в данном случае уравнение КФП не содержит интегрального члена.

На стр.145 при введении функции качества (3.3.1) не описаны участвующие там коэффициенты. Это особенно касается коэффициента $k(t)$, про который сказано, что он неотрицателен. Этот коэффициент впоследствии оказывается в знаменателе и его неотделенность от нуля может повлечь проблемы с разрешимостью задачи.

На стр.155 для частного случая $V=\ln m$ решение находится в квадратурах, что отмечено в утверждении 5 со ссылкой на статью *Fatone, etc* 2014 года. На самом деле это утверждение содержится уже в статье *O.Gueant* 2009 года.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Трусов Николай Всеволодович продемонстрировал, что он является сформировавшимся самостоятельным исследователем. Он, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2.

86

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»,
кафедра дифференциальных уравнений
профессор

Розанова Ольга Сергеевна

подпись

28.11.2024

Контактные данные:

тел.: +7 916 564 82 02, e-mail: rozanova@mech.math.msu.su

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.01.02 Дифференциальные уравнения и математическая физика

Адрес места работы:

119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ, д.1, Главное
здание, механико-математический факультет,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова»

Тел.: +7 495 939 12 63; e-mail: rozanova@mech.math.msu.su

Подпись:

Розановой удостоверяю:

И.О. Фамилия