

В диссертационный совет Д 002.073.06
при Федеральном государственном учреждении
«Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление»
Российской академии наук»

Отзыв официального оппонента

доктора экономических наук, доцента Назарова Дмитрия Михайловича на диссертацию Ильясова Руслана Хизраилевича «Методология сплайн-моделирования и анализа потоков в экономических системах с переменной структурой», представленную к защите на соискание учёной степени доктора экономических наук по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Р.Х. Ильясова, выполненная на тему «Методология сплайн-моделирования и анализа потоков в экономических системах с переменной структурой», дополняет классический теоретико-методологический базис исследования потоков в экономике. Научная актуальность исследования заключается в разработке новой методологии моделирования потоков сплайн-функциями, в развитии методов и инструментария исследования тенденций, цикличности и взаимосвязей между потоками в трансформирующихся экономических системах. Предложенные автором методы при моделировании и анализе экономических потоков обнаруживают большую по сравнению с методами классической эконометрики точность, в первую очередь, абстрагированием от сглаживания реальных данных. Известная особенность сплайн-моделирования, заключающаяся в абсолютно точном совпадении эмпирических и модельных данных в узловых точках, становится основой предложенного в диссертации нового подхода к выявлению цикличности и сезонности в динамике потоков. Автор предлагает эффективную альтернативу сглаживанию скользящими средними, расчёту индексов и спектральному анализу периодичности – выявлять сезонные и циклические волны через колебания скорости – по поведению первой производной сплайн-модели. Математическая точность аппарата сплайн-функций и методов дифференциального исчисления, в совокупности с наглядностью решений разработанных методов анализа, актуальны, они востребованы задачами управления потоками в цифровой экономике.

Практическая значимость разработанной Р.Х. Ильясовым методологии состоит в гармоничном сочетании важных для анализа качеств – высокой точности модельного описания потоков, адаптивности строящихся моделей к динамически изменяющимся условиям хозяйствования, доступность экономической интерпретации получаемых решений. Методы разработанной

сплайн-методологии объединяет использование производной при анализе «латентных» взаимосвязей, цикличности, при изучении динамической конкуренции, а также при поиске экономических аналогов физического движения. Интерпретация производной как скорости и ускорения экономических потоков по аналогии с физическим движением, углубляет и расширяет возможности исследования экономической динамики.

Теоретическая значимость разработанной методологии состоит в решении таких проблем классической эконометрики, как невозможность описания в регрессионных моделях динамики потоков как последовательных изменений, недостаточная для управления потоками в режиме реального времени точность моделей, дискретность рассчитываемых динамических характеристик и др. Методы сплайн-методологии становятся эффективной альтернативой изучению усреднённых или сглаженных траекторий – они предлагают изучать последовательные во времени, даже малые изменения в динамике развития, сохраняя в моделях значения эмпирических данных без искажений.

Предложенная в диссертации сплайн-методология развивает теоретический базис использования методов дифференциального и интегрального исчисления, параметрического анализа взаимосвязей, фазового анализа, изучения конкуренции, экономической физики и факторного анализа применительно к изучению динамики экономических потоков.

Внедрение новых подходов аналитического описания, позволяющих моделировать динамику потоков в турбулентной, неустойчивой, трансформирующейся экономике без потери информации о реальных значениях процесса, позволит изучать изменения в экономических системах с высокой точностью, вести непрерывный мониторинг потоков в системе в режиме реального времени, адаптировать управляющие воздействия к локальным изменениям конъюнктуры. Это существенно расширяет аппарат математических и инструментальных методов экономических исследований вовлечением сплайн-функций, методов дифференциального и интегрального исчисления, междисциплинарных методов физики и экономики.

Научная новизна исследования заключается в разработке концептуальной основы математического моделирования динамических потоков сплайнами, в создании инструментальной платформы новых эконометрических методов. Это новизна моделирования динамики потоков при абсолютно точном совпадении модельного и эмпирического процессов в «узловых» точках. Это привлечение производных к преобразованию динамических моделей экономической динамики. Разработанные в диссертации сплайн-интерполяционные модели динамики макроэкономических показателей эко-

номики России и ряда зарубежных стран позволили получить новые научные результаты в фазовом пространстве, исследовать цикличность потоков, построить сплайн-параметрические картины взаимосвязи, найти экономическую интерпретацию характеристик физических потоков.

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем:

1 В диссертации структурированы проблемы эконометрического описания динамики потоков в условиях глобальной нестабильности, рекурсивности, сетевого характера и цикличности современной экономики. Изучены и дополнены теоретико-методологические основы сплайн-моделирования и исследования динамики потоков в экономике.

2 Автором обоснована необходимость сохранения точности эмпирического сигнала в моделях динамики состояний (запасов) – этим обеспечивается получение релевантных реальному процессу моделей динамики изменений (потоков) в экономической системе. Известно, что траектории классической эконометрики проводятся мимо исходных точек с потерей информации о показателе и о скорости его изменения. Дифференцирование уравнения регрессии с получением «тенденции» ещё дальше уводит аналитическую формулу траектории изучаемого процесса от натуральной. Абсолютная точность исходного статистического материала необходима при локальном изучении латентных взаимосвязей между потоками. Лингвистическим конструктам, широко используемым в современной экономике при описании динамики потоков, предложено дать строгое аналитическое представление. Известная взаимосвязь между запасами и потоком, в дискретных моделях определяющая поток как первую конечную разность в динамике запасов, в моделях с непрерывным временем описывает поток как первую производную аналитической модели динамики запасов. Математически строгий способ аналитического преобразования запасов и потока обнаруживает новые, более точные и полные характеристики экономической динамики.

3 В разработанной методологии обнаружено, что классические мономодели экономической динамики перестают отвечать требованиям релевантности, валидности и точности при работе с потоками в трансформирующейся экономике. На базе новой сплайн-методологии разработана серия полиформных моделей двух классов – дискретные и непрерывные. Непрерывная модель демонстрирует универсальный анализ и визуализацию экономической динамики с оптимальной автоматической «сшивкой» своих фрагментов на границах темпоральных участков, создавая единый аппроксимирующий ансамбль – сплайн. Адаптивность формы

локальных отрезков сплайн-модели на разных временных отрезках позволяет не только точно воспроизводить плавные изменения значений временного ряда, но и демонстрирует хорошую аппроксимацию резко изменяющихся данных, потрясений, скачков, выбросов. Свойства плавности, гибкости и непрерывности сплайнов гарантируют эффективность перехода от дискретных «решётчатых» функций динамики запасов к непрерывным динамическим потокам, их последующим переводом в фазовое пространство. Сплайн-интерполирование гарантирует абсолютную точность при моделировании экономической динамики.

4 В диссертации разработана система поддержки принятия решений на базе универсальной профессиональной системы компьютерной математики MAPLE с аналитическим, графическим и численным получением решений, использованием рациональных чисел (простых дробей) для работы принципиально без ошибок округлений. Система, в которой реализованы методы сплайн-методологии, стала эталоном инструментария, позволяющей автоматически и экономно выполнять математические, логические операции с визуализацией результатов моделирования и исследования потоков.

5 Аналитические свойства сплайнов и их производных явно, глубоко и наглядно демонстрируют тенденции процессов, происходящих в экономике, расширяя спектр их «классов временного поведения». Сплайны привнесли в исследование экономических потоков методы аналитического математического аппарата, нашли скорости и ускорения, точно количественно определили фазы циклической динамики с визуализацией в фазовом пространстве. Первая (мгновенная скорость) и вторая (ускорение) производные в экономической теории принципиально отличают подходы от классических статических коллигаций. Невысокий порядок сплайна и малая степень его производных облегчают экономическую интерпретацию и управление моделью, хорошо соотносясь с тем, как экономист понимает и управляет поведением динамических переменных и потоков.

6 В работе изучена и подчёркнута принципиальная разница методов сплайн-методологии от методов классической эконометрики к исследованию взаимосвязей в экономике. В диссертации показано – в экономике могут существовать «скрытые» или «латентные» взаимосвязи, не проявляющиеся в поведении запасов на оси времени t , не обнаруживаемые в темпоральной области привычной корреляционной методологией. Классические эконометрические методы в подобных случаях оказываются недостаточно эффективными. Корреляция «тенденций» (мгновенной скорости, производных) потоков в структурно-вариативных экономических системах методами сплайн-методологии обнаруживается гораздо точнее.

7 Динамическая конкуренция экономических потоков в диссертации впервые получила математические эквиваленты с аналитическим описанием, графическими образами и числовыми характеристиками. Выполненный анализ конкуренции потоков ВВП стран мира, потоков добычи нефти крупнейшими производителями, показал «механику» поиска непрерывных решений, изменений баланса интересов при антагонистическом взаимодействии участников рынка.

8 Разработанная методология позволяет строить предельно точные экономические модели последовательно-переменной структуры с аналитическим получением и использованием производных и потоков, аналитическим, графическим и численным представлением их траекторий в евклидовом $OE(t)$ и фазовом пространствах $OF(t)S(t)$. Свойства плавности, гибкости и непрерывности сплайнов гарантируют эффективность перехода от дискретных «решётчатых» функций динамики запасов к непрерывным динамическим потокам, их последующим переводом в фазовое пространство. Фазовый анализ полиформных моделей динамики потоков повышает точность результатов исследования экономического сигнала и заметно расширяет возможности их экономической интерпретации. Фазовый анализ даёт возможность одновременного представления на плоскости связи запасов и потоков, выделения циклов из структуры экономического потока, их аналитического, численного и графического анализа. Азбука фазовых соотношений помогает исследованию «эволюции» структурно-вариативной динамики экономических потоков, синтезу и визуализации экономического движения по реакциям петель обратной связи математических, графических и численных образов экономических потоков. На фазовых траекториях находятся и вычисляются экстремальные значения. В фазовом пространстве хроноскопируются потоки, измеряются их метрические, темпоральные и топологические свойства. Периодические экономические процессы становятся на фазовых графиках по-настоящему «круговыми» конструкциями, облегчая восприятие идеи всеобщей цикличности динамики экономических потоков.

9 Модели экономических потоков дополнены эконофизическими образами физической динамики. Эконофизические представления привлечены для формирования и использования балансов, что в конечном счёте поможет произвести оценку точности и валидности предложенных решений, осуществит точный анализ и долгий прогноз современных конъюнктур. Аналитичность математических конструктов сплайн-методологии и явное наличие первой (скорости) и второй (ускорения) производных позволили автору удачно строить и полезно использовать в

динамике категории эконофизической парадигмы – «экономические импульсы», «экономические силы» и пр. Предложенное аналитическое описание импульса экономического потока нашло практическое применение в разработанном автором методе непрерывного факторного анализа стоимости потоков.

Достоверность и обоснованность полученных результатов определяется тем, что диссертационная работа Р.Х. Ильясова построена на проверяемых данных, с применением апробированных в физике и математике научных методов, корректным теоретическим и экономико-математическим обоснованием приведённых утверждений, непротиворечивостью полученных автором результатов исследования, развивающих методологию моделирования и анализа тенденций, цикличности и сезонности, взаимосвязей и взаимной конкуренции потоков в экономике.

Исследование базируется на положениях общей теории систем, конвергенции теории динамического экономического сигнала и теории его составной части – экономических потоков, а также на построениях эконометрической теории. Проводится кластеризация методов классической эконометрики и сплайн-методологии, интерферируются и диверсифицируются подходы, важные для современной экономической реальности. Инструментальный аппарат исследования включает теорию экономико-математического моделирования; математический анализ в евклидовом и фазовом пространствах; методы аппроксимации и теорию сплайнов; методы экономической физики; математическую теорию «динамической конкуренции»; систему компьютерной математики MAPLE 17.

Замечания. В диссертации были обнаружены определённые недостатки и недоработки:

1 В тексте диссертационной работы автор пользуется различными выражениями при описании потоков, например: «экономические потоки» (стр. 5), потоки в экономике (стр. 6), динамические потоки (стр. 9). Приведённые в работе различающиеся определения термина «поток» могут затруднить восприятие текста.

2 По всему тексту работы, например, на страницах 30, 41 и др. используются вставки программного кода системы MAPLE 17. Это не приветствуется в научных работах. Обычно код выносят в приложение и в тексте диссертации даются ссылки на него.

3 На некоторых страницах диссертации, например, стр. 29, 84 автор в уравнениях использует многозначные числа (до 14 цифр), при этом в тексте работы не обсуждаются вопросы необходимой точности вычислений. В связи с чем используется такой подход и такая «ювелирная точность» вычислений?

4 В пункте 3 научной новизны диссертации (стр. 11) автор пишет: «...эффективность сплайн-моделирования ... должна найти практическое применение в адаптивном управлении нерегулярными потоками в режиме реального времени». Было бы интересно увидеть в диссертации решённые задачи, демонстрирующие приведённое утверждение.

5 Из текста диссертации не очень ясно откуда автор берет данные. Как реализован ETL-процесс (подготовка, очистка, обогащение) данных. Как автор решает проблему недостаточного количества данных о динамике экономических потоков? Это важный аспект исследования, который особенно актуален для экономических показателей, представленных в агрегированном виде (за год, квартал и т.д.).

6 Для прогнозирования и интерполяции данных, в том числе и экономических современные системы интеллектуального анализа данных используют метод экспоненциального сглаживания (подгонки кривых под величины показателей реальных измерений). Чем авторский подход принципиально отличается от этой методики?

В целом, отмеченные недостатки не снижают научную ценность и значимость диссертационной работы.

Заключение по диссертации о её соответствии критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что диссертация Ильясова Р.Х. «Методология сплайн-моделирования и анализа потоков в экономических системах с переменной структурой» является самостоятельной и завершённой работой, выполнена на актуальную тему и на высоком научном уровне. Полученные результаты соответствуют поставленным целям и задачам, имеют научную новизну, теоретическую и практическую значимость, в достаточной степени обоснованы и достоверны.

Основные результаты диссертационного исследования отражены в 60 публикациях, в том числе в 2 монографиях; в 16 статьях в научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК, в 6 статьях в изданиях, индексируемых в WoS и Scopus, в 36 статьях в сборниках и материалах конференций. Указанные в диссертации сведения об опубликованных работах являются достоверными.

В диссертационной работе Ильясова Р.Х. разработаны теоретические положения, изложены новые научно обоснованные методологические решения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, имеющие важное социально-экономическое значение. Тема, область исследования, содержание диссертации и её основные результаты соответству-

ют пунктам 1.1, 1.2, 1.8 паспорта научной специальности ВАК 08.00.13 - «Математические и инструментальные методы экономики» (экономические науки).

Диссертация «Методология сплайн-моделирования и анализа потоков в экономических системах с переменной структурой» соответствует требованиям раздела 2 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действ. ред.), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор, Ильясов Руслан Хизраилевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора экономических наук по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

Официальный оппонент – заведующий кафедрой бизнес-информатики, заведующий кафедрой информационной безопасности ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», доктор экономических наук, доцент

Назаров Дмитрий Михайлович

Докторская диссертация защищена по научной специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»: адрес – 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45; официальный сайт: <https://www.usue.ru>; телефон: +7 (343) 283-11-07.

Подпись Назарова Дмитрия Михайловича подтверждаю.

