

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, профессора Родионова Дмитрия Григорьевича 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 диссертации.** Управление потоками в цифровой экономике требует непрерывных корректирующих воздействий, что возможно привлечением в анализ новых методов моделирования, отличающихся от методов классической эконометрики высокой точностью – отказом от искажения реальных данных сглаживанием. Непрерывная трансформация экономических систем на макро- и микроуровне, порождаемая глобализацией, усилением мировой экономической, социальной и политической нестабильности, ускорением и усложнением динамики потоков, должна найти аналитическое представление в релевантных задачах адаптивного управления моделях. Для эффективного адаптивного управления потоками в экономических системах с переменной структурой недостаточно изучение усреднённых или сглаженных траекторий, необходимо сохранять в моделях и изучать последовательные во времени малые изменения в динамике развития. Разработка новой методологии моделирования потоков в трансформационной экономике становится возможной обращением к аппарату сплайн-функций и к известным в математике аппроксимационным свойствам кубических сплайнов.

Актуальность темы диссертации, помимо теоретических аспектов, обусловлена высокой практической значимостью предложенной методологии моделирования потоков сплайнами, доказавшей свою эффективность при исследовании экономической динамики рынка с вариативной структурой, характерной для трансформационных экономических систем стран мира. Сплайн-методология привлекает к изучению динамики экономических потоков методы дифференциального исчисления, сплайн-параметрического анализа взаимосвязей, фазового анализа цикличности, динамического изучения конкуренции, позволяет искать экономические аналоги физического движения. Точность

сплайн-моделей становится необходимой для изучения потоков в экономике по требованию (*on-demand economy*), для повышения эффективности управления экономическими системами в режиме реального времени.

**Обоснованность и достоверность** сформулированных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций обеспечены применением в исследовании апробированных научных методов, корректным теоретическим и экономико-математическим обоснованием приведённых утверждений, непротиворечивостью полученных автором результатов, их соответствии теоретическим и методическим положениям в части развития методологии моделирования, анализа и управления потоками в экономике. Приведённые теоретико-методологические подходы к изучению потоков опираются на труды отечественных и зарубежных учёных в сфере моделирования, анализа и управления процессами в экономических системах.

В структуру исследования инкорпорирована система компьютерной математики Maple 17, позволившая выполнять расчёты экономно и с высокой точностью. Аналитическая строгость построенных моделей, точность обработки данных и релевантность эконометрических построений подтверждают обоснованность и достоверность полученных при моделировании и исследовании потоков в экономике научных результатов.

Теоретическая значимость результатов диссертации заключается в развитии научной методологии экономико-математических исследований, позволяющей моделировать динамику потоков непрерывными гладкими сплайн-функциями невысокой степени, выделять с помощью производных из эмпирического сигнала цикличность, сезонность, «латентные» корреляции, определять количественные характеристики потоков по аналогии с характеристиками физического движения. Это помогает в полной мере использовать аналитический математический аппарат при исследовании корреляционных и конкурентных взаимодействий потоков в фазовом пространстве.

В диссертации разработаны и тщательно обоснованы основы методологии сплайн-моделирования и анализа экономических потоков в экономических системах, дано научное обоснование методов и инструментария исследования тенденций, цикличности и взаимосвязей между потоками. Автором разработан континуум концептуально новых структурно-переменных математических моделей динамики потоков в экономике России и стран мира, научно обоснованы концептуально новые методы исследования потоков в трансформирующихся экономических системах, что имеет важное хозяйственное значение. Результаты, полученные лично автором, обладают высокой достовер-

ностью, развивают методологию моделирования и анализа экономической динамики, а также могут служить основой развития технологий адаптивного управления потоками в динамических системах.

Практическую значимость имеют методические разработки автора по математическому моделированию и анализу, совершенствованию информационного инструментария принятия управленческих решений, релевантных практике, при работе с экономическими потоками. Стоит выделить востребованность точности и адаптивности моделей и методов предложенной сплайн-методологии задачами исследования и управления потоками в турбулентной экономике. Разработанные в диссертации методы аналитического описания потоков сплайнами приносят экономистам практическую возможность пользоваться широким спектром эффективных математических инструментов – дифференцированием, интегрированием, поиском экстремумов, точек перегиба, фазовым анализом цикличности и получать при этом достоверные результаты. Методы сплайн-методологии могут заметно повысить научную обоснованность разрабатываемых программ экономического развития и эффективность технологий управления потоками в цифровой экономике.

**Научная новизна результатов, полученных автором.** Проведённое автором исследование позволило получить новые научные результаты, важные для повышения эффективности управления хозяйственной деятельностью как на уровне отдельных предприятий, отдельных отраслей экономики, так и экономики страны в целом.

В диссертации выполнена разработка и дано научное обоснование методологии кусочно-полиномиального моделирования экономических потоков, совершенствующей методы анализа тенденций, цикличности и взаимосвязей между потоками в трансформирующихся экономических системах. Эти положения могут быть квалифицированы как решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, что соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней для докторских диссертаций.

Обозначим наиболее значимые новые научные результаты, полученные в диссертации:

1. Системный анализ особенностей экономического движения потоков в цифровой экономике, структурирование существующих проблем их аналитического описания в условиях глобальной нестабильности, рекурсивности, сетевого характера и цикличности позволили обосновать подход к моделированию динамики с нулевой погрешностью в узловых точках (стр. 32-44). Как следствие, сформулированные автором теоретические основы аналитического

описания и исследования потоков в современных трансформационных экономических системах, позволили применить новый подход к «декомпозиции» экономической динамики дифференцированием.

2. Обозначены требования к математическому аппарату аналитического моделирования без ошибок аппроксимации, что определило и способы взаимного преобразования динамики запасов и потока с высокой точностью (стр. 24). Предложено моделирование динамики потоков сплайн-функциями, отличающимися подстройкой своей структуры к меняющимся во времени условиям хозяйствования (стр. 79). Аналитически, количественно и графически доказана необходимость сохранения точности эмпирического сигнала при переходе от изучения динамики состояний (запасов) в экономических системах к изучению динамики изменений – потоков.

3. Разработаны сплайн-модели динамики потоков (ВВП России и стран мира, экспорта нефти, добычи природного газа, доходов населения и др.) и предложены методы анализа в евклидовом и фазовом пространствах (рис. 2, рис. 2.20, рис. 3.6, рис. 3.7, рис. 3.15, рис. 3.17, рис. 3.23, рис. 3.29, рис. 4.13 и др.) Доказано, что интерполирование сплайнами обеспечивает сохранение точности результатов при реализации известного механизма преобразования динамики запасов в потоки (стр. 38). Разработанная методология сплайн-интерполяционного моделирования адаптирована к решению задач управления потоками в экономических системах с переменной структурой. В диссертации доказана эффективность построенных сплайн-функциями моделей при управлении нерегулярными потоками – изменениями в запасах за временные интервалы произвольной длины.

4. На реальных примерах макроэкономической динамики России и стран мира доказана эффективность методов дифференциального исчисления при изучении экономических тенденций, выявлении «латентных» корреляций в динамике потоков (стр. 148-163), исследовании динамической конкуренции (стр. 163-184), фазовом анализе сезонности и цикличности (стр. 185-214), при обращении к физическим эквивалентам экономических потоков (стр. 220-229). В диссертации с помощью сплайн-моделей доказано, что экономические потоки, как первые производные запасов, могут обнаруживать переключения регрессии (стр. 138-148), тенденции в изменениях запасов, точки начал и причин изменения запаса как динамического показателя, через потоки интегрированием с абсолютной точностью определяется сам уровень запаса. Интерполирование сплайн-функциями углубило анализ экономической динамики в моделях с непрерывным временем, через обращение к аналитическому потенциалу производных.

5. Сплайн-функции, как доказано автором, оказались эффективными при изучении последовательной эволюции взаимосвязей между потоками (стр. В диссертации на примере потоков в экономике России разработан и апробирован метод исследования «скрытых» или «латентных» взаимосвязей, не проявляющихся в динамике экономических показателей внутри коротких временных интервалов – методы классической эконометрики оказывались для их выявления «грубыми». То есть, авторский метод является оригинальным и новым, помимо того, он дает более высокую точность, в сравнении с известными. Сплайн-методология обнаруживает «латентные» корреляции потоков, сравнивая данные о колебаниях скорости потоков (стр. 144). Анализ колебаний скорости потоков, как доказано автором, является эффективным и для выявления точек переключения регрессии.

6. В диссертации оценена эффективность математического аппарата изучения конкуренции применительно к динамике экономических потоков. Предложенный для изучения рыночного противостояния «коэффициент конкуренции», позволил наглядно и количественно исследовать конкуренцию потоков, в динамике количественно определяя амплитуду и скорость их взаимного «вытеснения» (стр. 164-167).

7. Отображение строящихся сплайн-моделей в фазовом пространстве позволило заметно уточнить и углубить анализ цикличности потоков. В фазовом пространстве, в теории динамических систем известном как пространство состояний динамической системы и скорости изменений, предложено одновременно представлять и изучать динамику и запасов, и потока (стр. 188-190). Фазовый анализ открывает возможности многомерного исследования цикличности и сезонности потоков в экономике, определяя амплитуду, периоды и фазы циклов по поведению первой производной (стр. 197-201). Особенно ценным научным результатом исследования можно считать предложенную методику «хроноскопирования» фаз цикличности с помощью производной – точного математического индикатора замедлений и ускорений роста (стр. 202-206).

8. Построенные в диссертации новые (авторские) модели потоков экспорта выявляют аналогии экономических потоков с динамическими характеристиками физического движения, дополняя категориальный аппарат экономической науки терминами «экономический импульс», «экономическая сила», «экономическая потенциальная энергия» и «экономическая кинетическая энергия». Моделирование потоков сплайн-функциями позволило привлечь в анализ производные, интерпретируя их как скорость и ускорение экономического движения по аналогии с физическим (стр. 220). Сплайн-модели-

рование потока экспорта нефти позволило аналитически представить «экономический импульс» как первую производную динамики товарооборота (стр. сертации, становится инструментом нового подхода к непрерывному факторному анализу стоимости потоков – изучения её зависимости от колебаний скорости изменений физических объёмов экспорта и экспортных цен в динамике (стр. 234-243).

Несмотря на положительную оценку работы в целом, внимательно ее изучение породило некоторые **замечания и дискуссионные вопросы**. К основным из них можно отнести следующие:

1. В диссертации автор предлагает новые подходы к эконометрическому моделированию сложных процессов в цифровой экономике, что является достаточно оригинальным. При этом проводится противопоставление методов «новой» и «старой» эконометрик (здесь нами использована авторская терминология), а использование сплайн-интерполяции и сплайн-моделирования предлагается в качестве новой универсальной исследовательской платформы. Было бы полезным более широко осветить в работе задачи, в которых методы сплайн-методологии не «противостоят» классическим эконометрическим методам, а дополняют и уточняют их, ведь строить новое научное знание исключительно на отрицании ранее полученных результатов не вполне корректно, новое знание должно дополнять ранее полученные результаты, интегрироваться с ними и развивать их.

2. По нашему мнению, в диссертационной работе следовало более содержательно и детально рассмотреть организационно-экономическую сущность представленных понятий: «экономическое движение», «экономический импульс», «экономическая сила», «экономическая кинетическая энергия», «экономическая потенциальная энергия» (с. 49) и др., заимствованных из физики. Привести взгляды современных ученых, основывающих свои экономические исследования на базе применения «сквозной» терминологии. К сожалению, этого в работе не представлено.

3. На наш взгляд, в диссертации целесообразно было исследовать результаты сплайн-моделирования с учетом дифференцирования экономических систем с переменной структурой по их видам с учетом региональной и отраслевой принадлежности.

4. Для повышения научно-практической значимости в диссертационной работе следовало представить возможности использования сплайн-моделирования потоков в экономических системах с переменной структурой с учетом,

что они являются результатами социально-экономических процессов, для прогнозирования их развития в условиях неопределенности современных социально-экономических условий, так как результаты апробации диссертационного исследования представлены по статистическим данным до 2020 года.

5. Представленные в диссертации результаты компьютерной обработки данных получены, как утверждает автор, в системе компьютерной математики Maple 17. На стр. 30, 41-42, 114-116, 121-122 и др. детально рассмотрены алгоритмы этой компьютерной программы, отображающие результаты обработки данных: аналитические преобразования, расчеты числовых значений выражений, визуализация полученных результатов. Однако, в диссертации отсутствуют результаты, полученные в других известных прикладных программах, например, в Mathcad, Matlab, Excel и др., что позволило бы объективно сравнить достоинства использованной программы Maple. Данное замечание не снижает доверия к полученным автором результатам, но остается вопрос – почему для моделирования была избрана именно система Maple 17?

6. В диссертации было бы полезным изучение динамических потоков с помощью имитационных моделей, как основы для анализа сложных социально-экономических систем и разработки алгоритмов управления товарными, финансовыми, транспортными и другими потоками в экономике. Однако, в диссертации отсутствуют сконструированные автором имитационные модели. Рекомендуем учесть это в будущих исследованиях.

7. Необходимо отметить, что в диссертации автор использует некоторые термины, не имеющие однозначного устоявшегося в экономической науке толкования, что может затруднить интерпретацию текста. Приведем некоторые примеры, иллюстрирующие данное замечание:

- на стр. 5 сказано: «Обращение к производным сплайн-моделей, работающим с экономическими тенденциями, позволяет более точно находить, анализировать и визуализировать конъюнктуры, вычислять *«латентные»* корреляции потоков». Следовало бы более точно определить термин *«латентность»* для описания корреляций;

- на стр. 44 указано: «Поскольку потоки, как первые производные переменных, более *подвижны*, они раньше предсказывают изменения экономического показателя, позволяют находить корреляцию не только абсолютных показателей *экономического движения*, но и выявлять её в особенностях замедления или ускорения развития». Более понятным было бы использовать вместо выражения *«экономическое движение»* более традиционных для экономиче-

ской науки и практики словосочетаний «экономическое развитие» или «экономический рост». Также было бы полезным дать интерпретацию слова «подвижность» применительно к потокам;

- в тексте диссертации на стр. 50 содержится утверждение о том, что «в современном турбулентном экономическом мире, в «рваной» экономике при высоких скоростях инфотелекоммуникационных взаимодействий значительно возрастает роль «тонких» методов исследования динамики потоков». Следовало бы уточнить термин «рваная» применительно к экономике, а также следовало бы более развернуто дать пояснение использованному термину «тонкие» методы исследования.

8. Диссертация изобилует графическим представлениями полученных результатов – создаётся впечатление, что исследование строится на визуальном анализе графиков – их в работе 86. При этом существенно меньше табличных данных (в работе всего 3 таблицы), которые могли бы послужить источником для получения исследователями альтернативных выводов и результатов. Можно рекомендовать автору более вдумчиво относиться к выбору средств представления новых результатов, полученных в ходе исследования.

9. При большом количестве построенных аналитических моделей динамики потоков в экономике практически отсутствуют прогнозные построения. Надо подчеркнуть, автор в исследовании на самом деле и не ставит задачу прогнозировать динамику потоков, однако это могло бы стать ценным источником информации о возможных состояниях сложных экономических систем. Рекомендуем автору учесть это замечание в своих будущих исследованиях.

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

Диссертация Ильясова Р.Х. является самостоятельной и завершённой работой, выполнена на актуальную тему и на высоком научном уровне, обладает внутренней целостностью, полнотой и логикой изложения. Полученные результаты соответствуют поставленным целям и задачам, имеют научную новизну, теоретическую и практическую значимость, в достаточной степени обоснованы и достоверны.

Научные публикации автора и автореферат диссертации достаточно полно отражают содержание диссертации, её основные научные результаты. По теме диссертации опубликовано: 2 монографии; 58 статей, в том числе 16 статей в научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК, 6 – в изданиях, индексируемых в WoS и Scopus, 36 – в сборниках и материалах конференций. Указанные в диссертации сведения об опубликованных работах являются достоверными.



Результаты диссертации имеют важное хозяйственное значение, т.к. в ней автором решена научная проблема, состоящая в развитии методологии сплайн-моделирования потоков в экономических системах с переменной структурой, а также доказана обоснованность предложенных методов анализа тенденций, цикличности и сезонности потоков, взаимосвязей между потоками в микро-, мезо- и макроэкономике. Автором систематизированы требования к математическому аппарату аналитического представления динамики запасов и потоков в экономических системах. В диссертации обоснована целесообразность моделирования динамики экономических показателей полиформными функциями. Это повышает качество моделирования потоков в динамически изменяющихся условиях хозяйствования, развивает методы экономического анализа и информационно-инструментальные средства исследования.

Диссертация 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** – Директор Высшей инженерно-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», доктор экономических наук, профессор

 Родионов Дмитрий Григорьевич



Докторская диссертация защищена по научной специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством. Высшая инженерно-экономическая школа Института промышленного менеджмента, экономики и торговли Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»: адрес – 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29; официальный сайт: <https://gifu.spbstu.ru>; телефон: +7 (812) 534-73-31.