

4. ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЛОЖНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 330.3; 339.9

DOI 10.5281/zenodo.18048819

КРАВЧЕНКО Виктория Александровна¹

¹ ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», ул. Университетская, 24, Донецк, Россия, 283001

МОДЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ИЗУЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: ФАКТОРЫ И ПАРАМЕТРЫ МНОГОУРОВНЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Статья посвящена исследованию моделей и инструментов изучения сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий. Проведен комплексный анализ теоретико-методологических основ функционирования таких систем, выявлены ключевые свойства, принципы самоорганизации и адаптации, а также факторы, формирующие взаимосвязи между микро-, мезо- и макроуровнями. Особое внимание уделено многоуровневым взаимодействиям и выявлению закономерностей, обеспечивающих устойчивость и эффективность функционирования сложной системы в условиях динамичных внешних и внутренних изменений.

Рассмотрены современные модели и инструменты изучения сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий, включая системно-динамическое, агентно-ориентированное, эволюционное, институциональное и сетевое моделирование, а также методы эконометрического анализа, машинного обучения, обработки больших данных и искусственного интеллекта. Проведен критический анализ возможностей, преимуществ и ограничений существующих моделей и инструментов, выявлены методологические пробелы, связанные с ограниченной интеграцией уровней, недостаточным учетом динамических и стохастических процессов, а также слабой интерпретируемостью данных.

Обоснована необходимость применения интегративного подхода к изучению сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий, сочетающего системно-динамическое, агентно-ориентированное и сетевое моделирование с инструментами эконометрического анализа, анализа больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Представлены принципы разработки данного подхода к изучению сложных экономических систем, включающие интеграцию уровней и структурную согласованность, учет динамических, нелинейных и стохастических процессов, гибкость и сценарную вариативность, интерпретируемость и практическую применимость, а также комплексную оценку устойчивости и адаптивности системы. Представлены направления практического применения интегративного подхода, включая прогнозирование экономических процессов, стратегическое управление, оптимизацию ресурсов, координацию межуровневых взаимодействий и мониторинг состояния системы. Предложенный подход к изучению сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий позволяет повысить точность аналитических выводов, эффективность управленческих решений и обеспечить устойчивое развитие сложных экономических систем в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: сложные экономические системы; многоуровневые взаимодействия; факторы и параметры многоуровневого взаимодействия; микро-, мезо- и макроуровень; модели и инструменты анализа; интегративный подход; цифровизация.

Введение. Современная экономика развивается в условиях возрастающей сложности и взаимозависимости элементов социально-экономической системы. Экономические процессы формируются под воздействием не только рыночных механизмов, но и институциональных, технологических, информационных, социальных и глобальных факторов, что приводит к возникновению многоуровневых взаимодействий между субъектами различного масштаба – от отдельных предприятий и домохозяйств до отраслей, регионов и национальных экономик. Между данными уровнями складываются сложные петли обратной связи, усиливающие или ослабляющие воздействия, формирующие синергетические эффекты и адаптационные реакции.

Такая иерархически организованная структура придает экономической системе свойства нелинейности, адаптивности и самоорганизации, что делает ее поведение динамичным, трудно предсказуемым и чувствительным к изменениям во внутренней и внешней среде. В условиях цифровизации и активного внедрения технологий искусственного интеллекта, больших данных и платформенных решений наблюдается ускорение процессов интеграции и взаимопроникновения уровней экономической системы, что усиливает эффект сетевой связанности и повышает сложность управления.

В данных условиях традиционные методы исследования экономических систем, обладают низкой эффективностью. Зачастую они сосредотачиваются на анализе отдельных уровней системы и не способны полноценно учитывать сетевой и иерархический характер взаимосвязей между экономическими агентами, а также отражать динамику и взаимовлияние процессов, которые происходят на разных уровнях. Это становится причиной фрагментарного представления о процессах, протекающих в сложных экономических системах, и снижает точность прогнозов и управленческих решений.

В результате усиливается потребность в новых теоретико-методологических подходах и инструментах, позволяющих исследовать сложные экономические системы как целостный, саморазвивающийся организм, функционирующий под воздействием множества разноуровневых факторов. Решение данной проблемы имеет важное теоретическое и практическое значение, поскольку обеспечивает формирование научно обоснованных инструментов управления устойчивостью и эффективностью экономики в условиях цифровой трансформации и высокой турбулентности внешней среды.

Исследование сложных экономических систем является междисциплинарным направлением, объединяющим экономическую теорию, кибернетику, системный анализ и теорию самоорганизации. Формирование методологических основ восходит к работам Л. Фон Берталанфи [1], создавшего общую теорию систем, где экономика рассматривается как открытая система, подверженная внешним и внутренним воздействиям. Важный этап – труды Дж. Форрестера [2], основавшего системную динамику, показывающую, что социально-экономические процессы можно представить как взаимосвязанные потоки и запасы с управлением через петли обратной связи. Теория сложных адаптивных систем развивалась Х. А. Саймоном [3], предложившим концепцию ограниченной рациональности и иерархической структуры, а также И. Пригожиным, Г. Николисом [4] и Г. Хакеном [5], акцентировавшими внимание на самоорганизации и эволюции систем в условиях неравновесности. В экономической науке системность и структурную взаимосвязанность исследовал В. Леонтьев [6] с методом «затраты-выпуск», а институциональные аспекты – Д. Норт [7] и О. Уильямсон [8], подчеркивая влияние

институтов на экономические взаимодействия на разных уровнях.

Современные подходы к изучению сложных экономических систем базируются на сочетании системной динамики, сетевого и агентно-ориентированного моделирования. Так, Д. Артур [9] и Б. Холланд [10] представили экономику как сложную адаптивную систему, в которой индивидуальные агенты взаимодействуют, обучаются и адаптируются на основе обратных связей. Методы сетевого анализа в экономике развиваются благодаря работам М. Ньюмана [11], А. Барбаши [12] и Д. Уоттса [13], которые показали, что структура связей между элементами системы определяет ее устойчивость и способность к адаптации.

В отечественной научной традиции значительный вклад в развитие теоретико-методологических основ анализа сложных экономических систем внесли С.Ю. Глазьев [14], Б.Л. Кузнецов [15], Е. Князева и С. Курдюмов [16] и др. Они рассматривали экономику как нелинейную, самоорганизующуюся систему, где устойчивое развитие возможно лишь при учете взаимовлияния различных уровней – от локального до национального и глобального. Некоторые современные исследователи, такие как Э.Т. Ушакова [17], Р.Р. Салгириев и Т.Т. Ахмадов [18], предлагали собственные подходы к анализу сложных экономических систем – самоорганизационный и основанный на рейтинговых оценках.

Отдельное направление в отечественных исследованиях связано с цифровой трансформацией и усложнением экономических связей. Так, Ж.Р. Раупов [19] и М.Е. Агамирова [20] анализируют влияние цифровых платформ на структуру взаимодействий в экономике, подчеркивая необходимость применения гибридных моделей анализа, включающих большие данные, имитационное моделирование и интеллектуальные методы обработки информации.

Проведенный анализ научных источников показывает, что развитие теории и практики моделирования сложных экономических систем прошло несколько этапов – от становления системного подхода и теории самоорганизации до современных интегративных концепций, основанных на синтезе системной динамики, агентного и сетевого анализа. При этом каждый из подходов вносил свой вклад в понимание природы экономической сложности: системная динамика позволила описывать макроэкономические процессы и обратные связи, агентное моделирование – учитывать поведение индивидуальных субъектов, а сетевые методы – формализовать структуру взаимодействий и распространение эффектов в экономике. Тем не менее, несмотря на обширный научный задел, в современной литературе сохраняется фрагментарность в представлении механизмов многоуровневых взаимодействий в экономических системах. Существующие модели преимущественно ограничиваются одним уровнем анализа, что затрудняет выявление комплексных взаимосвязей между ними. Кроме того, новые вызовы – цифровизация, глобализация, сетевизация и нарастающая роль данных – требуют адаптации традиционных моделей к реалиям цифровой экономики. Следовательно, выявленный пробел в исследованиях заключается в отсутствии единого подхода к изучению сложных экономических систем, учитывающего факторы и параметры многоуровневых взаимодействий.

Цель исследования заключается в выявлении, систематизации и обосновании современных моделей и инструментов для изучения сложных экономических систем с учетом факторов (параметров) многоуровневых взаимодействий, а также в определении возможностей их практического применения для анализа, прогнозирования и управления социально-экономическими процессами в условиях цифровой трансформации и высокой неопределенности внешней среды.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- изучить теоретико-методологические основы функционирования сложных

экономических систем;

- идентифицировать и классифицировать основные факторы и параметры, формирующие многоуровневые взаимодействия в сложных экономических системах;
- исследовать влияние факторов и параметров многоуровневых взаимодействий на структуру, динамику и устойчивость сложных экономических систем;
- проанализировать современные модели и инструменты изучения сложных экономических систем, определить их возможности, преимущества и ограничения;
- выявить существующие пробелы и методологические ограничения в применении имеющихся моделей для комплексного анализа многоуровневых взаимосвязей в сложных экономических системах;
- разработать методологические принципы построения интегративного подхода к изучению сложных экономических систем с учетом факторов (параметров) многоуровневых взаимодействий.

Материалы и методы. Для проведения исследования использован комплексный методологический подход, направленный на исследование моделей и инструментов изучения сложных экономических систем с учетом факторов (параметров) многоуровневых взаимодействий. Методология базируется на синтезе системного подхода, сравнительно-аналитического метода и метода научной абстракции, что позволило рассматривать сложные экономические системы как интегрированные структуры с взаимосвязанными элементами на микро-, мезо- и макроуровнях. В ходе исследования осуществлялась систематизация и критический анализ теоретических источников, сопоставление существующих моделей и инструментов, а также выявление их преимуществ, ограничений и области применения. Для представления и интерпретации полученных результатов применялся графический метод, обеспечивающий наглядное отражение структуры систем, ключевых взаимосвязей между элементами и характеристик факторов многоуровневого взаимодействия, а также пробелов и ограничений в применении современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем.

Результаты. Сложная экономическая система представляет собой динамичную и адаптивную совокупность взаимосвязанных компонентов, взаимодействие которых определяет ее общее функционирование и обеспечивает ее способность отвечать на внутренние и внешние воздействия. Особенность сложных экономических систем состоит в наличии нескольких уровней организации – микро-, мезо- и макроуровня. Каждый из них включает собственные элементы, процессы и механизмы функционирования, но при этом все они находятся во взаимосвязи с другими уровнями посредством вертикальных и горизонтальных потоков информации, капитала и ресурсов. Для сложных экономических систем характерен ряд специфических свойств, отражающих их структурную сложность, динамическую адаптивность и способность к самоорганизации. Данные атрибуты играют важную роль в ходе исследования и моделирования систем, позволяя выявлять закономерности и прогнозировать последствия изменений на различных уровнях. Основываясь на теоретико-методологических подходах, представленных ранее [21], а также на результатах исследования, приведенных выше, целесообразно представить основные свойства сложных экономических систем (см. в таблице 1).

Выявленные свойства сложных экономических систем отражают их внутреннюю организацию и взаимосвязь элементов, что определяет необходимость рассмотрения их структуры как ключевого фактора, обеспечивающего целостность и устойчивость функционирования. Данная структура задает траектории потоков ресурсов, информации и капитала, а также направления адаптивных изменений. Общая структура сложной экономической системы представлена на рис. 1.

Таблица 1. Основные свойства сложных экономических систем *

Признаки	Описание
Взаимозависимость элементов	Элементы системы взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга через сложные причинно-следственные и обратные связи. Локальные изменения в поведении отдельных субъектов могут приводить к масштабным структурным сдвигам на уровне всей системы.
Нелинейность процессов	Экономическая динамика носит нелинейный характер: малые изменения внешних параметров способны вызывать непропорциональные последствия. Сложность системы проявляется в эффектах непредсказуемости, порогов и фазовых переходов.
Динамическая адаптация и самоорганизация	Сложная экономическая система способна адаптироваться к изменениям среды посредством изменения структуры связей, распределения ресурсов и стратегий поведения агентов. Самоорганизация проявляется в формировании устойчивых паттернов, экономических циклов и институциональных структур без внешнего центра управления.
Эмерджентность	В процессе взаимодействия элементов возникают новые системные свойства, не присущие отдельным частям, например, рыночное равновесие или инновационные кластеры. Эмерджентность отражает переход от локальных взаимодействий к глобальным закономерностям.
Гетерогенность элементов	Агенты системы различаются по целям, ресурсам, стратегии поведения, уровню информированности и адаптационным возможностям. Гетерогенность повышает устойчивость системы, но одновременно усложняет прогнозирование ее поведения.
Эволюционность	Сложная экономическая система развивается во времени на основе механизмов вариации, отбора и закрепления. Эволюционные процессы приводят к постепенной трансформации институтов, технологий и моделей поведения агентов.
Сетевой характер взаимодействий	Экономические отношения формируют сложные сети взаимосвязей, в которых узлы (агенты) соединены каналами обмена ресурсами и информацией. Структура сети (централизованность, плотность, кластеризация) влияет на распространение инноваций, шоков и кризисных явлений.
Стохастичность и неопределенность	Поведение системы зависит от случайных факторов, неполноты информации и внешних возмущений. Стохастичность проявляется в неустойчивости экономических траекторий и необходимости вероятностного подхода к моделированию.
Устойчивость к возмущениям	Система способна сохранять функциональные свойства при воздействии внешних и внутренних шоков, а также восстанавливаться после кризисов за счет внутренних адаптационных механизмов и перераспределения ресурсов.

* ист. [22].

Многоуровневость и иерархичная структура сложной экономической системы обуславливает ее способность к самоорганизации, то есть автономному формированию устойчивых структур, адаптации к изменениям внешней и внутренней среды,

поддержанию баланса ресурсов и возникновению новых свойств на макроуровне. Принципы самоорганизации и механизмы адаптации сложных экономических систем представлены в табл. 2.

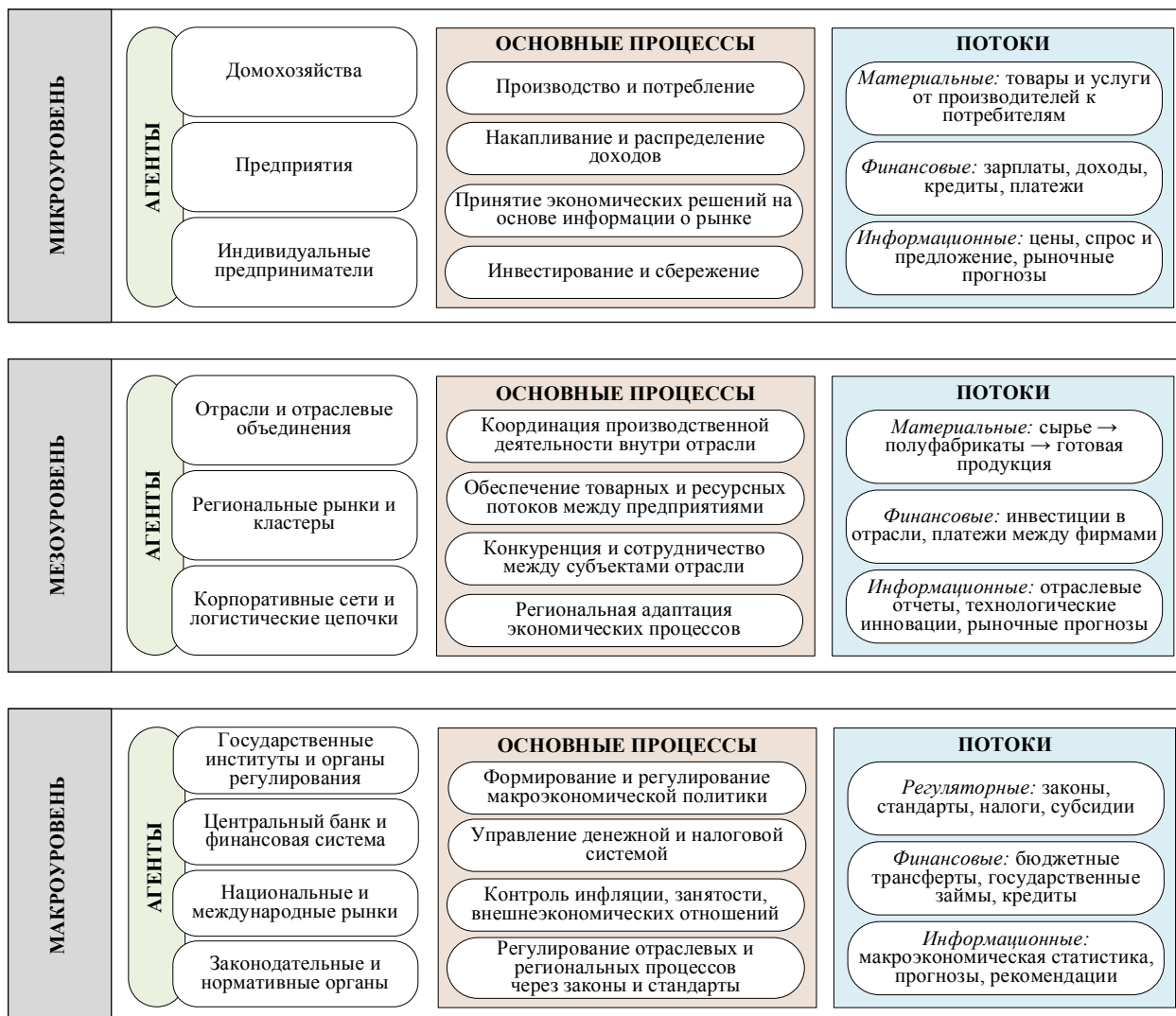


Рис. 1. Структура сложной экономической системы

Таблица 2. Принципы самоорганизации и механизмы адаптации сложных экономических систем *

Принцип самоорганизации / адаптационный механизм	Описание и значение для сложной экономической системы
1	2
Локальные взаимодействия → глобальный порядок	Поведение отдельных агентов на локальном уровне (микроуровень) приводит к формированию системных паттернов на мезо- и макроуровнях без централизованного управления.
Петли обратной связи	Положительные (усиливающие) и отрицательные (регулирующие) петли формируют динамику системы. Баланс данных петель определяет устойчивость, развитие или кризисное поведение.

Окончание табл. 2

1	2
Вариация – отбор – закрепление	Механизм эволюции: новые стратегии, технологии или институты возникают (вариация), испытываются в среде (отбор) и закрепляются в системе при успехе (закрепление).
Асимметрия информации и адаптивное поведение	Агенты действуют на основе ограниченной или локальной информации, адаптируя стратегии. Это создает сложную динамику и способствует появлению эмерджентных свойств.
Многоуровневая координация	Взаимодействие между уровнями (микро – мезо – макро) обеспечивает согласование действий агентов и поддерживает устойчивость системы.
Ресурсно-информационные потоки	Обеспечение доступности ресурсов и информации через сеть взаимодействий позволяет системе адаптироваться к изменениям среды, перераспределять капиталы и усилия для минимизации рисков.
Регуляция через ограничения	Институциональные, технологические и физические ограничения формируют рамки возможных действий агентов, предотвращая хаотические процессы и способствуя стабильности.
Эмерджентное формирование паттернов	Самоорганизация приводит к появлению системных структур, которые не заложены в поведении отдельных элементов, например, кластеры инноваций или финансовые сети.
Резильентность и восстановление после шоков	Механизмы адаптации обеспечивают способность системы сохранять ключевые функции и восстанавливаться после кризисов, распределяя ресурсы и изменяя структуру связей.

* ист. [22].

Изученные теоретико-методологические основы функционирования сложных экономических систем позволяют выделить ключевые факторы и параметры, формирующие многоуровневые взаимодействия в них (табл. 3).

Таблица 3. Ключевые факторы и параметры многоуровневого взаимодействия в сложных экономических системах*

Факторы и параметры 1	Описание 2
Структурные и организационные факторы	– Наличие иерархичных уровней (микро-, мезо- и макроуровни), каждый из которых имеет собственные элементы, процессы и механизмы функционирования. – Внутренние и внешние связи между уровнями, формирующие вертикальные и горизонтальные потоки информации, ресурсов и капитала.
Информационно-коммуникационные параметры	– Интенсивность и полнота обмена данными между агентами и уровнями. – Наличие обратных связей, которые обеспечивают координацию действий и позволяют корректировать стратегии поведения в условиях изменения среды.
Ресурсные и финансовые параметры	– Доступность и распределение материальных и финансовых ресурсов между уровнями и элементами системы. – Мобильность и эффективность использования ресурсов, включая возможности перераспределения для снижения рисков и обеспечения устойчивости.

Окончание табл. 3

1	2
Адаптивные и эволюционные факторы	– Способность системы к самоорганизации и эмерджентному формированию новых структур. – Присутствие механизмов вариации, отбора и закрепления, обеспечивающих эволюционное развитие и появление инновационных паттернов.
Динамические параметры	– Уровень конкуренции, кооперации и взаимодействия между агентами. – Реакция системы на случайные события и шоки, проявляющаяся в стохастических колебаниях и изменениях траекторий экономического развития.
Социально-экономические и институциональные факторы	– Гетерогенность агентов по целям, ресурсам, стратегии и уровню информированности. – Институциональные рамки, законы и регуляторные механизмы, задающие границы допустимого поведения и обеспечивающие стабильность системы.

* ист. [23-24].

Выявленные факторы и параметры многоуровневого взаимодействия являются основой для понимания закономерностей функционирования сложной экономической системы. Они определяют характер взаимосвязей между элементами системы и влияют на процессы координации, распределения ресурсов, формирования эмерджентных свойств и поддержания баланса между устойчивостью и развитием. Многоуровневые взаимодействия проявляются в том, что локальные изменения на микроуровне (например, изменения в поведении отдельных агентов, предприятий или домохозяйств) способны трансформировать траекторию развития всей системы, вызывая структурные сдвиги на мезоуровне и влияя на макроэкономическую динамику. В то же время макроэкономические, институциональные и технологические факторы формируют рамочные условия, в которых действуют субъекты нижних уровней, определяя доступность ресурсов, характер стимулов и степень адаптивности системы в целом.

Схема влияния факторов и параметров многоуровневых взаимодействий на структуру, динамику и устойчивость сложной экономической системы представлена на рис. 2.

Представленная схема демонстрирует системный характер взаимосвязей внутри сложной экономической системы и подчеркивает, что для ее эффективного анализа необходимо использовать современные модели и инструменты, способные учитывать как структурные и динамические аспекты, так и адаптивное поведение агентов. Такой аналитический подход позволяет проследить не только прямые и обратные связи между уровнями системы, но и механизмы их эволюции под воздействием внешних и внутренних факторов. Он способствует выявлению критических точек, от которых зависит устойчивость и сбалансированность системы, а также определению потенциала ее адаптации к изменениям среды.

Осознание комплексного характера влияния факторов и параметров многоуровневых взаимодействий определяет необходимость использования адекватных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем, способных учитывать их структурную, динамическую и адаптивную природу. Основные современные модели и инструменты изучения сложных экономических систем, их возможности, преимущества и ограничения представлены в табл. 4.

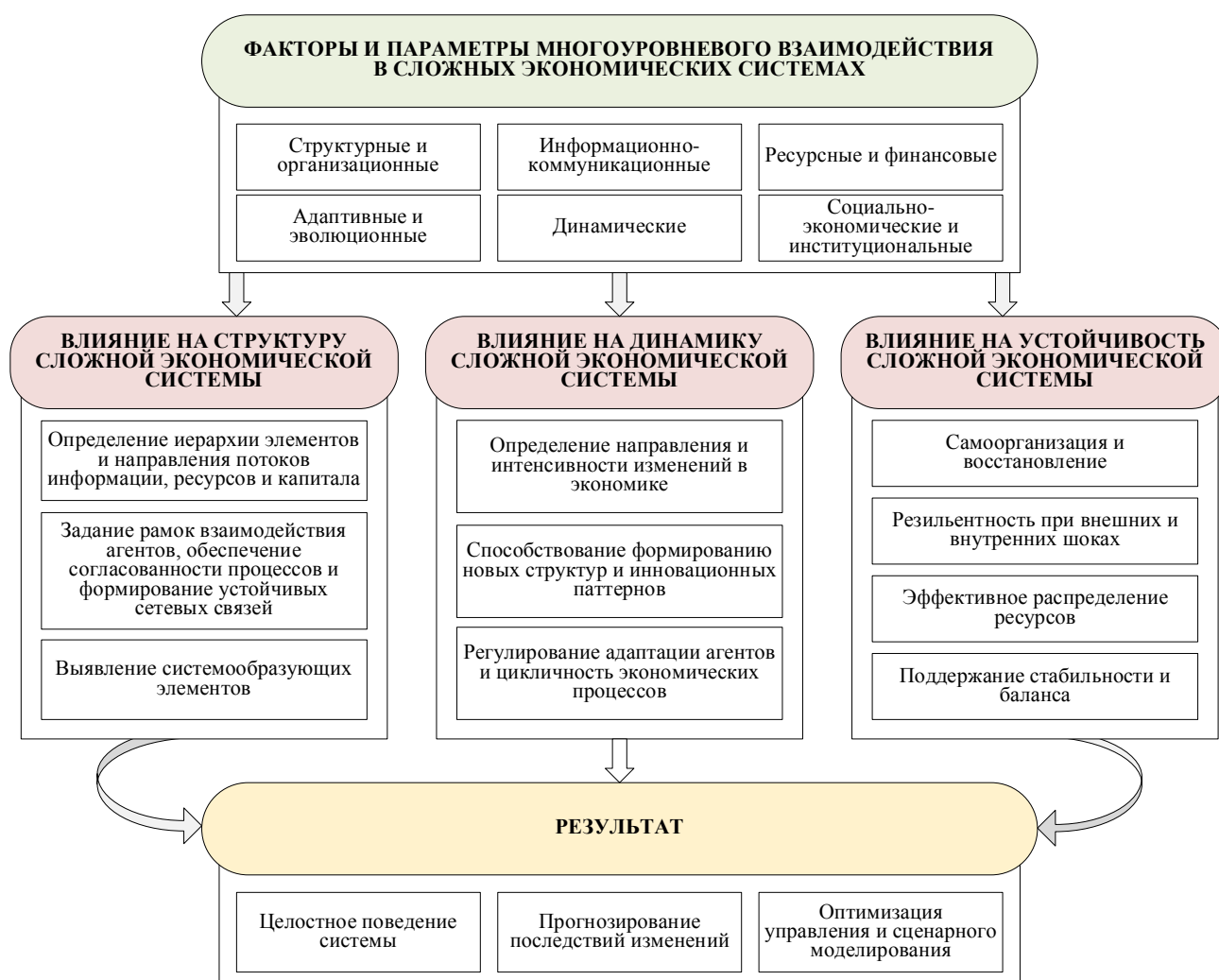


Рис. 2. Схема влияния факторов и параметров многоуровневого взаимодействия на сложные экономические системы

Критический анализ современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем позволяет выделить следующие тенденции:

- системно-динамическое моделирование наиболее эффективно для макро- и мезоуровней, где важно исследовать динамику потоков ресурсов, оценивать последствия управленческих решений и разрабатывать сценарии развития системы;
- агент-ориентированные модели лучше всего применимы на микроуровне, позволяя учитывать поведение отдельных экономических агентов, их адаптацию и формирование эмерджентных свойств системы;
- сетевые и институциональные модели полезны для анализа структурных взаимосвязей и выявления ключевых узлов системы, особенно на мезоуровне и при трансляции локальных действий на макроуровень;
- эволюционные модели дают возможность изучать долгосрочные изменения и структурные трансформации, сочетая микро- и макроаспекты;
- инструменты эконометрического анализа и машинного обучения обеспечивают количественный анализ данных и прогнозирование, эффективно выявляя скрытые закономерности на всех уровнях, однако требуют интеграции с другими моделями для интерпретируемости результатов.

Таблица 4. Анализ современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем: возможности, преимущества и ограничения *

Сущность	Возможности и область применения	Преимущества	Ограничения
1	2	3	4
<i>Системно-динамическое моделирование</i>			
Анализ макро- и мезоуровневых экономических процессов, сценарное прогнозирование	<ul style="list-style-type: none"> – Моделирование нелинейных взаимосвязей между переменными. – Оценка последствий управленческих решений. – Разработка сценариев развития системы. 	<ul style="list-style-type: none"> – Позволяет учитывать обратные связи и задержки. – Высокая наглядность. – Возможность количественной оценки. 	<ul style="list-style-type: none"> – Требуется большого объема достоверных данных. – Ограничена сложностью интерпретации результатов.
<i>Агент-ориентированное моделирование</i>			
Изучение микроуровня: поведение экономических агентов, рынков, сетей	<ul style="list-style-type: none"> – Имитация взаимодействий индивидуальных агентов. – Анализ свойств эмерджентности. – Проверка гипотез о коллективном поведении. 	<ul style="list-style-type: none"> – Гибкость в построении моделей. – Учет адаптивного поведения агентов. – Возможность моделировать инновационные и кризисные процессы. 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая вычислительная сложность. – Сложность калибровки модели и интерпретации результатов.
<i>Эволюционные модели</i>			
Долгосрочные изменения систем, инновационные процессы, структурные трансформации	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ механизмов адаптации и отбора. – Изучение устойчивости и траекторий развития систем. 	<ul style="list-style-type: none"> – Учет неравновесных состояний. – Возможность объяснения эндогенных изменений. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудность формализации параметров эволюции. – Невозможность точного прогнозирования.
<i>Институциональные модели</i>			
Изучение роли институтов, норм, правил и их влияния на экономические процессы	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ взаимодействия формальных и неформальных институтов. – Оценка институциональных трансформаций 	<ul style="list-style-type: none"> – Позволяет интегрировать экономические и социокультурные аспекты. – Подходит для анализа переходных экономик. 	<ul style="list-style-type: none"> – Ограничена слабой количественной измеримостью. – Зависимость от экспертных оценок.

Окончание табл. 4

Сущность	Возможности и область применения	Преимущества	Ограничения
1	2	3	4
<i>Сетевые модели</i>			
Исследование взаимосвязей между элементами системы	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ структуры связей и потоков. – Оценка ключевых узлов и их устойчивости в сети. – Выявление кластеров и ключевых элементов системы. 	<ul style="list-style-type: none"> – Отражает взаимозависимость участников. – Эффективна для оценки системных рисков. 	<ul style="list-style-type: none"> – Требуется больших массивов данных. – Сложность визуализации при высокой размерности.
<i>Эконометрические и статистические модели</i>			
Эмпирическая проверка закономерностей, количественный анализ данных	<ul style="list-style-type: none"> – Идентификация факторов влияния. – Проверка гипотез. – Прогнозирование тенденций 	<ul style="list-style-type: none"> – Обеспечивает достоверность выводов. – Использует реальные данные статистики. 	<ul style="list-style-type: none"> – Чувствительна к качеству данных и выбору спецификации. – Ограничена линейными зависимостями.
<i>Инструменты машинного обучения, больших данных (Big Data) и искусственного интеллекта</i>			
Прогнозирование, анализ больших данных, выявление скрытых закономерностей	<ul style="list-style-type: none"> – Обработка больших объемов данных. – Самообучение моделей. – Прогнозирование сложных нелинейных процессов. 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая точность прогнозов. – Возможность автоматизации аналитики. 	<ul style="list-style-type: none"> – «Черный ящик» (низкая интерпретируемость). – Требуется качественная выборка и вычислительные ресурсы.

* ист. [1-16].

Существующие пробелы и ограничения в использовании современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий проявляются в нескольких аспектах:

1. Ограниченность интеграции уровней. Многие модели фокусируются либо на микроуровне (поведение агентов), либо на макроуровне (структурные тенденции), что затрудняет анализ перехода локальных взаимодействий в системные эффекты и выявление межуровневых взаимосвязей.

2. Неполнота учета динамических и стохастических факторов. Традиционные системно-динамические и эконометрические модели часто предполагают линейность или стационарность процессов, игнорируя нелинейные эффекты, адаптацию и эмерджентные свойства, что снижает точность прогнозирования и адекватность моделирования поведения системы в условиях неопределенности.

3. Недостаточная гибкость моделей. Агент-ориентированные и эволюционные подходы требуют точной калибровки и значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает их применение в широкомасштабных комплексных сценариях.

4. Слабая интеграция инструментов анализа данных. Современные методы машинного обучения и Big Data позволяют выявлять скрытые закономерности, но их

применение часто ограничивается отсутствием интеграции количественных методов анализа данных с институциональными, сетевыми и поведенческими моделями, что снижает интерпретируемость и прикладную ценность результатов.

5. Методологические пробелы в оценке устойчивости и адаптивности. Существующие подходы редко позволяют одновременно анализировать структурные, динамические и адаптивные параметры системы, что ограничивает возможность комплексной оценки ее резильентности, способности к самоорганизации и долгосрочному устойчивому развитию.

Для наглядного обобщения представленных аспектов на рисунке ниже приведена схема, отражающая основные пробелы и ограничения в применении современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий (рис. 3).

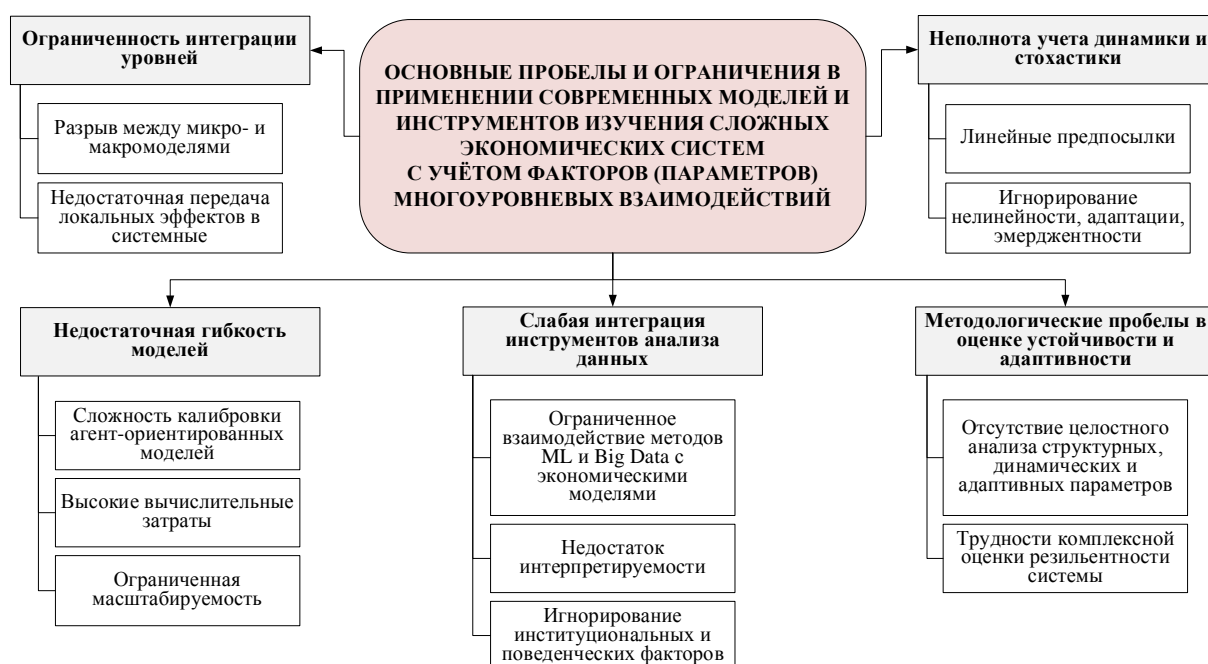


Рис. 3. Основные пробелы и ограничения в применении современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем с учетом факторов (параметров) многоуровневых взаимодействий

Таким образом, анализ современных моделей и инструментов изучения сложных экономических систем показывает, что существующие модели и инструменты не обеспечивают полноценного охвата всех аспектов многоуровневых взаимодействий. Выявленные ограничения подчеркивают, что для полноценного и адекватного изучения сложных экономических систем с учетом факторов и параметров многоуровневых взаимодействий необходимо не просто использовать отдельные модели и инструменты, а разрабатывать интегративные подходы, способные объединять микро-, мезо- и макроуровни, учитывать структурные, динамические и адаптивные аспекты системы, выявлять ключевые взаимосвязи, оценивать устойчивость и прогнозировать развитие экономических процессов, что повышает точность аналитических выводов и эффективность принимаемых управленческих решений. В результате комбинирование моделей и инструментов позволяет компенсировать их индивидуальные ограничения и усиливает аналитический потенциал.

Методологическая основа интегративного подхода к изучению сложных экономических систем с учетом факторов (параметров) многоуровневых взаимодействий предполагает комплексное сочетание системного анализа, динамического и агентно-ориентированного моделирования с дополнением сетевыми и институциональными подходами, а при необходимости – инструментов эконометрического анализа, анализа больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Важнейшими принципами его разработки являются:

- интеграция уровней и структурная согласованность – модель должна обеспечивать взаимосвязь микро-, мезо- и макроуровней, позволяя учитывать влияние локальных действий на общую динамику системы и обратное воздействие институциональных и макроэкономических факторов;

- учет динамических, нелинейных и стохастических процессов – необходимо моделировать адаптивное поведение агентов, эмерджентные свойства системы и случайные возмущения, что повышает реалистичность прогнозов;

- гибкость и сценарная вариативность – модель должна поддерживать анализ альтернативных вариантов развития системы, оценку чувствительности ключевых параметров и прогнозирование последствий управленческих решений;

- интерпретируемость и практическая применимость – результаты моделирования должны быть понятны исследователю и менеджеру, обеспечивая возможность их использования для стратегического планирования и управления;

- комплексная оценка устойчивости и адаптивности системы – модель должна позволять одновременно анализировать структурные, динамические и адаптивные параметры, выявлять критические точки и потенциал трансформации системы.

Реализация данных принципов обеспечивает создание инструмента, способного не только описывать текущее состояние сложной экономической системы, но и прогнозировать ее эволюционное развитие, оценивать резильентность и выявлять ключевые взаимосвязи между уровнями системы. Такой подход преодолевает существующие методологические ограничения и формирует основу для комплексного анализа многоуровневых взаимодействий, повышая точность аналитических выводов и эффективность управленческих решений.

Применение интегративного подхода к изучению сложных экономических систем позволяет осуществлять комплексный анализ, прогнозирование и управление социально-экономическими процессами на различных уровнях, обеспечивая согласованное взаимодействие микро-, мезо- и макроуровней. В условиях цифровой трансформации и высокой неопределенности внешней среды такие модели становятся ключевым инструментом для принятия стратегических и оперативных решений, поскольку они позволяют учитывать структурные, динамические, адаптивные, стохастические и эмерджентные свойства системы одновременно. Для обобщения и систематизации возможностей практического использования данного подхода в табл. 5 представлены основные направления применения интегративного подхода к изучению сложных экономических систем.

Представленная таблица демонстрирует, что интегративный подход к изучению сложных экономических систем обеспечивает системное понимание многоуровневых взаимодействий, позволяя учитывать взаимосвязи между микро-, мезо- и макроуровнями экономики. Такой подход позволяет не только прогнозировать последствия отдельных управленческих решений, но и выявлять каскадные эффекты, возникающие вследствие взаимодействия различных элементов системы.

Особое значение имеет возможность сценарного прогнозирования и оценки рисков, что позволяет формировать альтернативные стратегии развития системы в условиях

неопределенности и повышенной волатильности внешней среды. На микроуровне интегративный подход позволяет анализировать поведение отдельных экономических агентов, выявлять эмерджентные свойства и моделировать адаптационные реакции на изменения среды. На мезоуровне подход обеспечивает координацию межотраслевых и кластерных взаимодействий, выявление ключевых узлов и ресурсов, наиболее значимых для устойчивости системы. На макроуровне интегративный подход служит инструментом стратегического планирования, позволяя прогнозировать долгосрочные структурные изменения и оценивать последствия экономической и регуляторной политики. Параллельно обеспечивается оптимизация распределения ресурсов, выявление проблемных участков и потенциальных рисков, что является ключевым для обеспечения стабильности финансовых, промышленных и социальных структур.

Таблица 5. Основные направления практического применения интегративного подхода к изучению сложных экономических систем с учетом факторов (параметров) многоуровневых взаимодействий

Направление применения	Содержание / описание	Примеры использования	Инструменты, реализующие интегративный подход
1	2	3	4
Сценарное прогнозирование и оценка рисков	Формирование альтернативных сценариев развития системы с учетом взаимосвязей микро-, мезо- и макроуровней; оценка вероятности кризисов и адаптационного потенциала	Прогнозирование динамики ВВП, инфляции, отраслевых показателей и ключевых секторов экономики в условиях шоков	Системно-динамическое моделирование, машинное обучение, анализ больших данных (Big Data)
Управление развитием на микроуровне	Анализ поведения экономических агентов и влияние их решений на формирование эмерджентных свойств системы	Оптимизация производственных и маркетинговых стратегий фирм, анализ потребительского поведения с учетом системных эффектов	Агент-ориентированное моделирование, интеграция с сетевыми структурами данных
Координация взаимодействий на мезоуровне	Исследование межотраслевых и кластерных взаимодействий, выявление критических узлов системы	Управление ресурсами в региональных экономиках, определение ключевых отраслей и кластеров роста	Сетевые модели, институциональные модели, эволюционные подходы, инструменты анализа взаимодействий
Стратегическое управление на макроуровне	Прогнозирование долгосрочных структурных изменений и оценка последствий макроэкономической политики	Анализ влияния реформ и регуляторных решений на национальную экономику и ее устойчивость	Системно-динамическое и эволюционное моделирование, сценарный анализ

Окончание табл. 5

Направление применения	Содержание / описание	Примеры использования	Инструменты, реализующие интегративный подход
1	2	3	4
Оптимизация распределения ресурсов и обеспечение устойчивости	Оценка эффективности потоков ресурсов, выявление уязвимых зон системы и анализ влияния межуровневых связей на устойчивость	Оптимизация инвестиционных потоков, оценка устойчивости финансовых и производственных сетей	Интеграция сетевых и агент-ориентированных моделей, моделирование потоков ресурсов
Мониторинг и диагностика состояния системы	Системный анализ изменений структуры, динамики и адаптивности системы в реальном времени	Мониторинг макроэкономических трендов, диагностика устойчивости и раннее выявление рисков	Методы обработки больших данных, интеллектуальный анализ данных, машинное обучение
Поддержка управленческих решений в условиях неопределенности	Обоснование стратегических и оперативных решений в условиях стохастичности и нестабильности среды	Корректировка стратегий предприятий и экономической политики при изменении внешних условий	Интегративный подход, объединяющий системно-динамические, сетевые и агент-ориентированные

Мониторинг и диагностика состояния системы в реальном времени, осуществляемые с применением современных инструментов обработки больших данных и методов машинного обучения, обеспечивают своевременное обнаружение системных угроз и позволяют корректировать стратегии на всех ступенях управления.

Таким образом, интегративный подход является универсальным инструментом для всестороннего анализа сложных экономических систем, который объединяет сильные стороны различных методологий и техник, предоставляя более глубокое и верное понимание динамики и устойчивости экономики. Применение данного подхода на практике способствует повышению эффективности управленческих решений, совершенствованию стратегического планирования и минимизации негативного влияния внешних и внутренних потрясений.

Обсуждение результатов. Проведенное исследование подтвердило гипотезу о том, что изучение сложных экономических систем требует интегративного подхода, учитывающего факторы и параметры многоуровневых взаимодействий. Анализ современных моделей показал, что ни один отдельный метод не способен в полной мере охватить все уровни системы и одновременно учитывать ее структурные, динамические и адаптивные характеристики. Применение интегративного подхода, сочетающего системно-динамическое, агентно-ориентированное и сетевое моделирование с инструментами эконометрического анализа, анализа больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта, обеспечивает более полное понимание закономерностей функционирования сложной экономической системы, выявление ключевых взаимосвязей между уровнями и оценку устойчивости системы.

Сравнение с исследованиями других авторов показывает согласованность выводов: работы Дж. Форрестера, Д. Артура и Б. Холланда подтверждают значимость учета адаптивного поведения агентов, а результаты применения сетевого анализа М. Ньюмана и

А. Барбаши демонстрируют роль структурной организации системы в распространении шоков и инноваций. Вместе с тем, выявленные ограничения существующих моделей – неполная интеграция уровней, слабая интерпретируемость больших данных и недостаточная гибкость – подтверждаются современными исследованиями по цифровой трансформации экономики Ж.Р. Раупова и М.Е. Агамировой.

Заключение. Таким образом, результаты проведенного исследования демонстрируют, что применение интегративного подхода к изучению сложных экономических систем, учитывающего факторы многоуровневых взаимодействий, является ключевым инструментом для обеспечения устойчивости и адаптивности экономических процессов. Он позволяет выявлять критические взаимосвязи между элементами системы, прогнозировать последствия изменений и принимать обоснованные управленческие решения. Эффективная реализация предложенного подхода способствует снижению неопределенности, повышению точности прогнозов и формированию стратегий развития, направленных на устойчивый рост и конкурентоспособность экономики. В совокупности это создает основу для комплексного управления экономическими рисками и обеспечивает долгосрочную стабильность функционирования сложных экономических систем в условиях динамичной внешней среды.

Список литературы

1. Соколов, М.А. Системный подход как исследовательская программа в творчестве Л. Берталани / М.А. Соколов // Вестник ПГГПУ. Серия № 3. Гуманитарные и общественные науки. – 2022. – №2. – С. 5-17.
2. Форрестер, Дж. Системная динамика: введение в анализ и проектирование сложных систем [Текст] / Дж. Форрестер. – М.: Мир, 1974.
3. Саймон, Г. Ограниченная рациональность в моделях человека [Текст] / Г. Саймон. – М.: Прогресс, 1982.
4. Пригожин, И.Р. Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к порядку через флуктуации [Текст] / И.Р. Пригожин, Г. Николис. – М.: Мир, 1979. – 512 с. – ISBN 978-5-0000-0000-0.
5. Хакен, Г. Синергетика: введение в теорию самоорганизации [Текст] / Г. Хакен. – М.: Наука, 1984. – 405 с.
6. Леонтьев, В.В. Межотраслевая экономика [Текст] / В.В. Леонтьев. – М.: Экономика, 1997. – 480 с.
7. Норт, Д. Институты, институциональные изменения и экономическая производительность [Текст] / Д. Норт. – М: Фонд экономической книги «Начала», 1997. – 152 с. – ISBN 5-88581-006-0.
8. Уильямсон, О. Экономика институтов: теории и практики [Текст] / О. Уильямсон. – Санкт-Петербург: Лениздат, 1996. – ISBN 5-289-01816-6.
9. Артур, У. Сложные адаптивные системы и экономика: эволюционный подход [Текст] / У. Артур. – М.: Наука, 1994.
10. Холланд, Дж.Х. Сложные адаптивные системы: введение в теорию и моделирование [Текст] / Дж. Х. Холланд. – М.: Мир, 1995.
11. Ньюман, М.Э.Дж. Структура научных сообществ: теория и методы [Текст] / М.Э.Дж. Ньюман. – М.: Наука, 2003.
12. Барбаши, А.-Л. Сетевые структуры: теория и приложения [Текст] / А.-Л. Барбаши. – М.: Наука, 2002.
13. Уоттс, Д.Дж. Малые миры: структура и динамика сложных сетей [Текст] / Д.Дж. Уоттс. – М.: Наука, 2003.

14. Глазьев, С.Ю. Регулирование инновационных процессов в новом технологическом и мирохозяйственном укладах / С.Ю. Глазьев // ЭВР. – 2022. – №2 (72). – С. 24-27.

15. Кузнецов Борис Леонидович [Электронный ресурс]. – URL: <https://famous-scientists.ru/anketa/kuznesov-boris-leonidovich-830?ysclid=mh81pooof5469034837>.

16. Князева, Е.Н. Основания синергетики. Синергетическое мировидение / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: КомКнига, 2005. – 240 с.

17. Ушакова, Э.Т. Самоорганизационный подход к исследованию сложных экономических систем [Электронный ресурс] / Э.Т. Ушакова. – URL: <https://lib.tsu.ru/mminfo/000063105/283/image/283-184.pdf>.

18. Салгириев, Р.Р. Рейтинговая оценка сложных экономических систем как инструмент экономического анализа, прогноза и инвестиционного планирования / Р.Р. Салгириев, Т.Т. Ахмадов // JER. – 2013. – №1. – С. 47-54.

19. Раупов, Ж.Р. Роль и значение цифровых платформ в экономике / Ж.Р. Раупов // Экономика и социум. – 2023. – №7 (110). – С. 604-609.

20. Агамирова, М.Е. Место цифровых платформ в экономическом анализе и сложности их регулирования / М.Е. Агамирова // JER. – 2023. – №4. – С. 48-56.

21. Кравченко В.А. Теоретико-методологические подходы к исследованию экономических систем в условиях глобальных вызовов / В.А. Кравченко // Новое в экономической кибернетике. – 2023. – № 3. – С. 142-159.

22. Экономические системы как сложные системы [Электронный ресурс]. – URL: <https://physics42.ru/tutorials/fizika-slozhnykh-sistem/ekonomicheskie-sistemy-kak-slozhnye-sistemy/>.

23. Вахрушев, Д.С. Методологические аспекты процессов самоорганизации в экономических системах [Электронный ресурс] / Д.С. Вахрушев. – URL: <https://s.esrae.ru/goverment/pdf/2014/4/300.pdf>.

24. Усенко, Т.П. Методы и модели управления взаимодействием экономических систем разного уровня в процессе регулирования спроса и предложения: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. экон. наук: спец. 05.13.10 / Т.П. Усенко. – Таганрог, 2006. – 205 с.

Кравченко Виктория Александровна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономической теории, ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Донецк, Россия

E-mail: krava7319@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6329-8524

AuthorID: 857473

Поступила в редакцию 10.11.2025 г.

KRAVCHENKO Victoria¹

¹ Donetsk State University, Universitetskaya str., 24, Donetsk, Russia, 283001

MODEL TOOLS FOR STUDYING COMPLEX ECONOMIC SYSTEMS: FACTORS AND PARAMETERS OF MULTILEVEL INTERACTIONS

The article is devoted to the study of models and tools for studying complex economic systems, taking into account the factors and parameters of multilevel interactions. A comprehensive analysis of the theoretical and methodological foundations of the functioning of such systems is conducted, identifying key properties, principles of self-organization and adaptation, and factors shaping the relationships between the micro-, meso-, and macrolevels. Particular attention is paid to multilevel interactions and identifying patterns that ensure the stability and efficiency of complex systems in the face of dynamic external and internal changes.

This article examines modern models and tools for studying complex economic systems, taking into account the factors and parameters of multilevel interactions, including system dynamics, agent-based, evolutionary, institutional, and network modeling, as well as methods of econometric analysis, machine learning, big data processing, and artificial intelligence. A critical analysis of the capabilities, advantages, and limitations of existing models and tools is conducted, identifying methodological gaps related to limited integration of levels, insufficient consideration of dynamic and stochastic processes, and poor data interpretability.

The article substantiates the need for an integrative approach to studying complex economic systems, taking into account the factors and parameters of multilevel interactions. This approach combines system-dynamic, agent-based, and network modeling with econometric analysis tools, big data analysis, machine learning, and artificial intelligence. The article presents the principles for developing this approach to studying complex economic systems, including integration of levels and structural consistency, consideration of dynamic, nonlinear, and stochastic processes, flexibility and scenario variability, interpretability and practical applicability, and a comprehensive assessment of the system's resilience and adaptability. The article presents practical applications of the integrative approach, including economic process forecasting, strategic management, resource optimization, coordination of interlevel interactions, and system state monitoring. The proposed approach to studying complex economic systems, taking into account the factors and (parameters) of multilevel interactions, allows for increased accuracy of analytical conclusions, the effectiveness of management decisions, and the sustainable development of complex economic systems in the context of digital transformation.

Key words: *complex economic systems; multilevel interactions; factors and parameters of multilevel interaction; micro-, meso-, and macrolevels; analytical models and tools; integrative approach; digitalization.*

References

1. Sokolov, M.A. (2022) [Systemic approach as a research program in the works of L. Bertalanffy]. *Vestnik PGGPU. Series №3. Humanities and Social Sciences.* 2, 5-17. (In Russian).
2. Forrester, J. (1974) [*System dynamics: Introduction to the analysis and design of complex systems*]. Moscow: Mir. (In Russian).
3. Simon, G. (1982) [*Bounded rationality in human models*]. Moscow: Progress. (In Russian).

4. Prigogine, I.R. & Nicolis, G. (1979) [*Self-organization in nonequilibrium systems: From dissipative structures to order through fluctuations*]. Moscow: Mir. 512 p. ISBN 978-5-0000-0000-0. (In Russian).
5. Haken, G. (1984) [*Synergetics: Introduction to the theory of self-organization*]. Moscow: Nauka. 405 p. (In Russian).
6. Leontiev, V.V. (1997) [*Intersectoral economics*]. Moscow: Ekonomika. 480 p. (In Russian).
7. North, D. (1997) [*Institutions, institutional change, and economic performance*]. Moscow: Fond ekonomicheskoi knigi «Nachala». 152 p. ISBN 5-88581-006-0. (In Russian).
8. Williamson, O. (1996) [*The economics of institutions: Theories and practices*]. Saint Petersburg: Lenizdat. ISBN 5-289-01816-6. (In Russian).
9. Arthur, W. (1994) [*Complex adaptive systems and the economy: Evolutionary approach*]. Moscow: Nauka. (In Russian).
10. Holland, J.H. (1995) [*Complex adaptive systems: Introduction to theory and modeling*]. Moscow: Mir. (In Russian).
11. Newman, M.E.J. (2003) [*Structure of scientific communities: Theory and methods*]. Moscow: Nauka. (In Russian).
12. Barabási, A.-L. (2002) [*Network structures: Theory and applications*]. Moscow: Nauka. (In Russian).
13. Watts, D.J. (2003) [*Small worlds: Structure and dynamics of complex networks*]. Moscow: Nauka. (In Russian).
14. Glazyev, S.Yu. (2022) [*Regulation of innovative processes in the new technological and world economic order*]. EVR, 2(72), 24-27. (In Russian).
15. Kuznetsov Boris Leonidovich. <https://famous-scientists.ru/anketa/kuznecov-boris-leonidovich-830?ysclid=mh81pooof5469034837>. (In Russian).
16. Knyazeva, E.N. & Kurdyumov, S.P. (2005) [*Foundations of synergetics. Synergetic worldview*]. Moscow: KomKniga. 240 p. (In Russian).
17. Ushakova, E.T. [*Self-organizational approach to the study of complex economic systems*]. <https://lib.tsu.ru/mminfo/000063105/283/image/283-184.pdf>. (In Russian).
18. Salgiriev, R.R. & Akhmadov, T.T. (2013) [Rating assessment of complex economic systems as a tool for economic analysis, forecasting, and investment planning]. JER. 1, 47-54. (In Russian).
19. Raupov, Zh.R. (2023) [The role and significance of digital platforms in the economy]. *Ekonomika i socium*. 7(110), 604-609. (In Russian).
20. Agamirnova, M.E. (2023) [The place of digital platforms in economic analysis and the complexity of their regulation]. JER. 4, 48-56. (In Russian).
21. Kravchenko, V.A. (2023) Theoretical and methodological approaches to the study of economic systems in the context of global challenges. *New in economic cybernetics*. 3, 142-159. (In Russian).
22. *Economic systems as complex systems*. <https://physics42.ru/tutorials/fizika-slozhnykh-sistem/ekonomicheskie-sistemy-kak-slozhnye-sistemy/>. (In Russian).
23. Vakhrushev, D.S. [*Methodological aspects of self-organization processes in economic systems*]. <https://s.esrae.ru/goverment/pdf/2014/4/300.pdf>. (In Russian).
24. Usenko, T.P. (2006) [*Methods and models of managing interaction of economic systems at different levels in the process of regulating supply and demand: Author's abstract of PhD dissertation, specialty 05.13.10*]. Taganrog. 205 p. (In Russian).

Kravchenko Victoria, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economic Theory, Donetsk State University, Donetsk, Russia

E-mail: krava7319@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6329-8524

AuthorID: 857473

Received 10.11.2025