

DOI: 10.15838/ptd.2026.5.145.5

УДК 519.876.3 | ББК 65.052.2

© Коровин Д.И., Рыбачук М.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕНДОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА МЕТОДАМИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ



ДМИТРИЙ ИГОРЕВИЧ КОРОВИН

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

Москва, Российская Федерация

e-mail: dikorovin@fa.ru

ORCID: 0000-0001-9941-0322



МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ РЫБАЧУК

Центральный экономико-математический институт РАН

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

Москва, Российская Федерация

e-mail: rybachuk@cemi.rssi.ru

ORCID: 0000-0003-0788-5350

В статье разрабатывается подход к оценке эффективности стратегий социально-экономического развития регионов с учетом нелинейных обратных связей и циклических эффектов. На примере Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года разработан алгоритм построения имитационной модели определения трендов стратегического развития региона на базе когнитивного моделирования. Проведен анализ несбалансированных циклов когнитивного графа, отражающего взаимовлияние ключевых факторов социально-экономического развития территории, заложенных в документе. Выявлено, что игнорирование данных структур при планировании приводит к скрытым диспропорциям, таким как межрегиональная миграция трудовых ресурсов и «утечка» добавленной стоимости в соседние регионы. Описан процесс отбора и нормировки показателей на основе временных рядов, а также проведена формализация причинно-следственных связей в виде системы дифференциальных уравнений. На основе модели осуществлена оценка двух сценариев развития территории с учетом

Для цитирования: Коровин Д.И., Рыбачук М.А. (2026). Определение трендов стратегического развития региона методами когнитивного моделирования // Проблемы развития территории. Т. 30. № 5. С. 64–85. DOI: 10.15838/ptd.2026.5.145.5

For citation: Korovin D.I., Rybachuk M.A. (2026). Identifying strategic development trends of a region using cognitive modeling methods. *Problems of Territory's Development*, 30(5), 64–85. DOI: 10.15838/ptd.2026.5.145.5

управленческих воздействий – инерционного и догоняющего. Сценарное моделирование продемонстрировало, что даже при наличии несбалансированных циклов существует возможность определения таких управляющих воздействий, которые бы обеспечили устойчивый рост качества жизни населения. Предложенный подход к определению трендов стратегического развития территории позволяет органам государственной власти проводить симуляции различных управленческих решений перед их практической реализацией для получения дополнительной информации. Это дает возможность, с одной стороны, минимизировать системные риски и скорректировать распределение инвестиционных ресурсов, с другой – максимизировать мультипликативный социально-экономический эффект. Предложенный алгоритм обладает высокой практической значимостью и может быть применен при формировании стратегических планов развития других субъектов Российской Федерации.

Имитационное моделирование, моделирование социально-экономического развития, когнитивный граф, обратные связи, сбалансированный цикл, динамическая система, стратегия, Ивановская область.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финуниверситета.

Введение

Проблема обеспечения устойчивости социально-экономического развития территориальных систем в настоящий момент стоит достаточно остро в связи с влиянием на них множества внешних факторов, таких как санкции, геополитические изменения, ограниченность ресурсов, сложности с доступом к рынкам технологий и т. д. (Мазиллов, Саханевич, 2020; Ускова, 2020; Попов и др., 2024; Жуков, 2025; Gilmundinov, Pankova, 2023; Fattakhov et al., 2025 и др.). Несмотря на перспективность экономико-математического инструментария, модели, определяющие численные значения показателей социально-экономического развития, не всегда уместны, поскольку строятся на ретроспективных данных и учитывают не только внешние условия прошлых периодов, но и схемы управления, применявшиеся ранее. То есть значения целевых показателей являются результатом влияния, с одной стороны, внешних факторов, с другой стороны – некоторых корректирующих управленческих воздействий, позволяющих удерживать целевые показатели в заданных интервалах. В такой ситуации исходные данные для задачи оптимизации ставятся на основе «управляемых» прогнозов

и получение какого-либо показателя эффективности управления нельзя сравнить ни с чем, кроме тех траекторий, которые прогнозом предопределены.

Каждое из лиц, принимающих решения и задействованных в управлении региональной экономикой, в свою очередь, начинает играть роль фактора воздействия на систему, что также должно учитываться при построении моделей. В то же время в системе могут возникать неявные связи, влияющие на изменения одних показателей в ответ на изменения других, так называемые обратные связи, образующие циклические зависимости (Наумов, 2019; Тиханычев, Тиханычева, 2025; Le et al., 2012; Assumma et al., 2020; Bassi et al., 2021).

Таким образом, требования к модели стратегического управления социально-экономическим развитием территории должны быть следующими. Модель должна быть применима для описания ретроспективной ситуации и адекватно реагировать на более широкий спектр внешних воздействий в будущем. Отклик на появление или интенсификацию нового внешнего воздействия должен учитывать как предыдущие взаимодействия, так и «заложенные»

причинно-следственные связи, объясняющие возможную реакцию на ненаблюдаемые ранее раздражения. При этом основная задача модели – определение эффектов, возникающих на основе обратных связей, в т. ч. в долгосрочной перспективе. Модель при этом должна быть имитационной, что открывает возможности «проигрывания» и оценки различных сценариев поведения внешней среды и развития социально-экономической системы (см. также Низамутдинов и др., 2022; Низамутдинов и др., 2024; Qi, Mao, 2024; Zhang, 2024). Отметим, что построение как эконометрических моделей, так и моделей машинного обучения для оценки множества причинно-следственных связей представляется избыточным и сложным для объяснения и интерпретации лицом, принимающим решения.

В данной работе строится имитационная модель определения трендов стратегического развития региона на базе когнитивного моделирования, удовлетворяющая представлениям, приведенным выше. На примере Ивановской области составляется когнитивный граф и определяются причинно-следственные связи между его вершинами – целевыми показателями развития территории, взятыми из Плана мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года¹; строится система дифференциальных уравнений и с использованием статистических данных определяются коэффициенты этих уравнений; на основе модели проводится оценка двух сценариев развития территории с учетом управленческих воздействий – инерционного и догоняющего.

Обзор литературы

В связи с тем что каждая территория Российской Федерации от федерального до муниципального уровня должна иметь утвержденную стратегию социально-экономического развития, данная тематика активно разрабатывается в научных работах (Минакир, 2019; Антипин и др., 2023; Ленчук,

Филатов, 2023; Blokhin, Kuvalin, 2023 и др.). Наибольший интерес при этом представляет методология стратегического планирования, оценки существующих стратегий, а также определение проблем их реализации и совершенствование инструментов управления региональным развитием. Отметим, что на результаты таких исследований имеется высокий спрос со стороны практики, так как органы власти нуждаются в эффективных инструментах для реализации стратегий социально-экономического развития.

Так, в работе (Митрофанова и др., 2021) анализируются стратегии Волгоградской, Ростовской и Астраханской областей. Исследование основано на концепции конкурентоспособности, которая, по мнению авторов, позволяет использовать внутренний потенциал для развития; концепции устойчивости, которая включает экологические и социальные аспекты; а также на понятиях безопасности и сбалансированности. Эти четыре показателя (конкурентоспособность, устойчивость, безопасность, сбалансированность) рассматриваются как ключевые критерии оценки стратегий.

В монографии (Антипин, 2021) предлагается комплексная методология конструирования стратегий социально-экономического развития региона, процесс формирования и реализации стратегии рассматривается как пошаговый с возможностью корректировки и учета новых тенденций регионального развития, появления макро-регионов и других изменений в территориальной организации.

Экспертные методы для оценки качества региональных стратегий предлагаются в работе (Жихаревич, 2024). Важнейшими качествами региональных стратегий признаются качество стратегического анализа, адекватность специфике региона, реалистичность, соответствие национальным целям, системность, четкость приоритетов, готовность к реализации, корректность целевых показателей, амбициозность и учет рисков.

¹ Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года: Постановление Правительства Ивановской области от 27.04.2021 № 220-п (в ред. от 09.09.2024).

В статье (Анопченко, Воронина, 2023) авторы рассматривают проблему отсутствия единой методологии разработки стратегических документов. Критикуются самостоятельные экспертные подходы регионов к разработке стратегий и декларируется важность разработки единого подхода к формированию стратегических документов для обеспечения сопоставимости и эффективности планирования на федеральном уровне во избежание разнородности документов и снижения их качества.

Отдельно необходимо отметить работы, посвященные применению математических методов с целью анализа стратегических планов развития экономики регионов и охватывающие различные аспекты – от моделирования социально-экономических процессов до оптимизации ресурсов и оценки инвестиционных проектов.

В статье (Власюк, 2024) рассматривается роль экономико-математических методов и моделей в разработке стратегий развития объектов разного уровня – от предприятий до стран. Исследуется применение эконометрических моделей (линейные и нелинейные модели регрессии, модели временных рядов и др.), многомерный статистический анализ (корреляционный анализ, методы классификации и др.), агент-ориентированные модели, которые позволяют оценить последствия управленческих решений и смоделировать поведение человека, оптимизационные модели и модели теории игр. Автор также отмечает отсутствие общепринятых классификаций и рекомендаций по применению математических методов для определенного типа задач или этапа стратегирования и низкое качество статистических данных.

Модель для оценки системы показателей проектов с целью выбора оптимальной стратегии развития рассматривается А.В. Жуковым (Жуков, 2011). В качестве методов исследования используются методы линейной свертки, метод Беллмана и метод справедливого компромисса. Предложенная модель может применяться для анализа зависимостей изменения выходных параметров от изменения входных параметров.

В ряде работ для оценки поведения сложных систем (экономических, инновационных, систем искусственного интеллекта и др.) в стратегической перспективе применяется инструментарий когнитивных графов. Так, например, Ю.Г. Рыков рассматривает когнитивную карту в качестве носителя вычислительных процедур и применяет ее для анализа степени влияния факторов и структуры системы; дополнительно подчеркивается важность связывающих путей и циклов в соответствующем орграфе (Рыков, 2021). В работе (Мазутский, 2021) когнитивный графовый анализ используется для изучения комплексных межфакторных воздействий в системе с целью определения уязвимых подсистем и снижения их негативного влияния на систему в целом. В монографии (Целых и др., 2025) разрабатывается комплексный подход к построению, обучению и использованию когнитивных графов в системах искусственного интеллекта. Авторы показывают, как спектральные методы и кластеризация помогают работать с данными в условиях неполноты информации и изменяющейся ситуации в реальном времени. Применение когнитивных технологий для решения задач стратегического управления также рассматривается в работах (Авдеева и др., 2007; Борисова, 2023; Серпуховитин, Коровин, 2023; Firsova et al., 2023).

Для оценки и прогнозирования социально-экономического развития сложных систем представляется продуктивным использование моделей обобщенной системной динамики. В статье (Бабина, Владимирова, 2021) разрабатывается комплекс моделей для расчета основных социальных, экономических и финансовых показателей Красноярского края при разных сценариях развития экономики. Построенная системно-динамическая модель позволяет проводить эксперименты с выбором направлений стратегического развития региона и оценивать последствия принятия управленческих решений на мезоуровне. В другой работе (Смирнов, 2022) представлена модель системной динамики, которая позволяет прогнозировать ВВП с учетом влияния технологических инноваций и изменений демогра-

фической структуры. В статье (Патракеева, 2022) построена модель оценки влияния транспортной инфраструктуры на экономическое развитие территорий. С помощью модели получены вероятностные оценки сценариев социально-экономического развития Ростовской области, учитывающие инвестиционную активность, динамику пассажиро- и грузопотоков, уровень инфраструктурного обеспечения.

В этом разделе также необходимо упомянуть работы, посвященные стратегированию развития разноуровневых социально-экономических систем (см., например, Квинт и др., 2022; Сасаев, Квинт, 2024); оценке согласованности, гармоничности и преемственности стратегических решений (Кобылко, Рыбачук, 2024; Кобылко, 2025); имитационному моделированию управленческих процессов в различных сферах общественной жизни (Макаров и др., 2007; Шаранов, Петрова, 2011; Коровин и др., 2024; Manson et al., 2020; Sebestyén, Varga, 2019 и др.) и развитию подходов к оптимизации стратегического управления (Клейнер и др., 2022; Изотова и др., 2025). Таким образом, выше были перечислены направления исследований, на базе синтеза которых строится настоящая работа.

Исходные данные

Основным исходным документом, в котором формулируются цели, задачи и направления развития территории, является план мероприятий по реализации стратегии. В Ивановской области, выбранной для построения модели определения трендов стратегического развития, такой план был принят на основании Постановления Правительства Ивановской области от 1 февраля 2023 г. № 49-п «Об утверждении плана мероприятий по реализации стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года» (в ред. Постановления Правительства Ивановской области от 11.05.2023 № 205-п; далее – План).

Цели и задачи в данном документе разделены на четыре блока: «Развитие эконо-

мического потенциала», «Развитие человеческого потенциала и социальной сферы», «Улучшение среды жизнедеятельности», «Цифровая трансформация».

Для последующего исследования воздействия внешних и внутренних факторов, влияющих на процесс реализации мероприятий, определения причинно-следственных связей и возможных сценариев управления, в документе были выделены основные задачи развития территории.

1. Развитие швейного производства (п 1.1.2, 1.1.3, 1.1.8, 1.1.12 Плана).
2. Развитие сферы производства экосырья и вторичная переработка (п 1.4., 1.1.4, 1.1.7, 1.1.9, 1.1.12).
3. Развитие агропромышленного комплекса (п 1.3, 1.1.6).
4. Развитие химической отрасли (п 1.3, 1.6).
5. Модернизация промышленных предприятий, в частности машиностроительного комплекса (п 1.6, 1.1.8, 1.1.12).
6. Развитие туризма (п 1.7).
7. Развитие строительной отрасли и автодорог (п 3.1, 3.5).

Отдельно выделены взаимосвязанные с перечисленными задачами факторы: демография в регионе (связана с п. 2 и 3 Плана), наличие и способности рабочей силы в регионе (связаны с п. 2 и 3, фактически среднесписочная численность занятых в экономике); состояние социальной инфраструктуры (связано с п. 2–4) и управленческие воздействия (связаны с п. 2–4). В модели также отражена активность деятельности граничащих с Ивановской областью субъектов РФ, которые могут влиять на эффективность управления, «оттягивая» ресурсы и инвестиции в более выгодные проекты.

Отметим, что не все цели, заложенные в План, отражены в модели. В связи с этим текущий вариант модели можно рассматривать как базовую версию. Для последующего усложнения и доработки структуры модели требуются консультации с региональными экспертами и стейкхолдерами. Так, например, идентификатор социальной инфраструктуры предполагает разложение на пункты, связанные с п. 2 «Развитие челове-

ческого потенциала и социальной сферы» и п. 3 «Улучшение среды жизнедеятельности». Наличие связей социальной инфраструктуры с иными внешними факторами позволяет разработать новую модель, которая будет оценивать другой набор факторов и в большей мере отвечать на вопросы развития территории в социальной сфере.

Для определения начальных условий, нормирования значений переменных и калибровки коэффициентов модели использовались данные официальных источников, в частности статистических сборников «Ивановская область в цифрах» за 2016–2024 гг., материалы официального сайта Федеральной службы государственной статистики, а также опубликованные в открытом доступе бухгалтерские балансы крупных предприятий – лидеров отраслей региональной экономики.

Методы исследования

Базовым понятием когнитивного моделирования (Коровин, 2020) является когнитивный граф. Под когнитивным графом в данной работе будем понимать оргграф, вершины которого представляют собой факторы, изменяющиеся в зависимости от действий агентов, а ребра, в свою очередь, отражают причинно-следственные связи между акторами. На начальном этапе будем определять вес ребра значениями «+1» и «-1». Если рост показателя приводит к росту показателя инцидентного ему актора, а сни-

жение исходного показателя – к снижению инцидентного, то устанавливается значение «+1». В обратной ситуации, наоборот, присваивается значение «-1». Пример простейшего когнитивного графа дан на рисунке 1. Рост спроса приводит к росту предложения – ребро «Спрос – Предложение» имеет вес «+1», рост предложения должен приводить к снижению спроса, следовательно, ребро «Предложение – Спрос» имеет вес «-1».

Цикл называется сбалансированным, если произведение весов ребер, образующих данный цикл, равно единице, и несбалансированным, если это произведение равно минус единице. Соответственно, граф считается сбалансированным, если все циклы в нем сбалансированы, и несбалансированным, если существует хотя бы один несбалансированный цикл.

Особое внимание наличию несбалансированных циклов в когнитивных графах уделяется по следующей причине. В случае сбалансированности графа всякое управляющее воздействие, генерируемое в некоторой вершине, всегда будет приводить к ожидаемому направлению изменения переменной – циклическая связь в данном случае является стабилизирующей. В случае несбалансированного цикла направление воздействия может инвертироваться, нивелироваться, или может измениться интенсивность результата. Это создает предпосылки для возникновения осцилляции в поведении отдельных показателей.

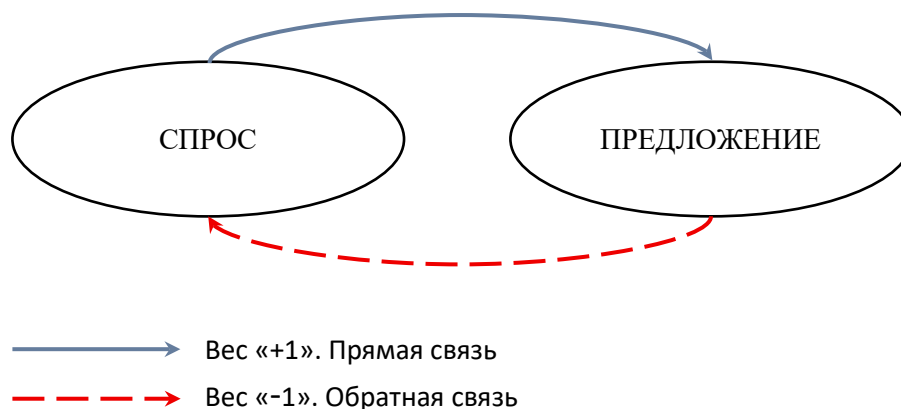


Рис. 1. Пример когнитивного графа «Спрос – Предложение»

Источник: составлено авторами.

В рамках данной методологии мы не можем точно установить, до какой степени сгенерированное управление будет модифицировать системный отклик и как это повлияет на общие тренды. Тем не менее при определенных условиях такие системные связи будут подвержены колебаниям. Наличие нескольких несбалансированных циклов может нарушать периодичность изменения направлений влияния, что затрудняет интерпретацию взаимодействий.

Для построения когнитивного графа определяется набор существенных факторов – узлов модели, образующих множество его вершин мощности n . Затем для каждой пары вершин на основе экспертных знаний о системе устанавливается наличие существенной причинно-следственной связи, что формирует множество ребер графа. Ключевым элементом построения является не только установление связи, но и обоснованное исключение незначимых или отсутствующих взаимодействий. Эта процедура напоминает спецификацию модели в эконометрическом анализе, но требует более строгого обоснования исключения переменной из числа объясняющих. Далее присваиваются веса ребер: «+1» при позитивном влиянии и «-1» при негативном.

Структура такого когнитивного графа формализуется в виде матрицы смежности, в элементе a_{ij} (i -я строка и j -й столбец) которой записывается 1, если изменения i -й вершины вызывают сопоставленные изменения, и -1, если влияние разнонаправленное.

На следующем этапе моделирования когнитивный граф трансформируется в имитационную модель системной динамики. Для этого для каждой вершины задается начальное состояние (в данном исследовании принимается условное нормированное значение показателя состояния, равное 1) и формализуется влияние факторов, воздействующих на данную вершину, как следствие, на ее динамику – скорость изменения соответствующего показателя. При этом учитываются только те факторы, которые связаны с рассматриваемой вершиной входящими ребрами.

Дополнительно в модель вводятся факторы управления, которые могут выступать в роли внешних сценарных воздействий либо инструментов управления, доступных лицу, принимающему решения (ЛПР).

В результате формируется система обычных дифференциальных уравнений с элементами управления, траектории решения которой могут изменяться под воздействием вариативных внешних факторов (сценариев). В рамках данного исследования вектор управления задается задачами, включенными в план мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года.

Описание когнитивного графа модели

В рамках настоящего исследования для анализа ожидаемых трендов социально-экономического развития Ивановской области и оценки эффективности планируемых мероприятий строится когнитивная модель региональной системы. Формирование структуры когнитивного графа осуществляется на основе положений Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года и соответствующего Плана мероприятий по ее реализации. В качестве вершин графа, отражающих наиболее значимые факторы регионального развития, выделяются следующие:

- 1) развитие швейного производства – вершина CL ;
- 2) развитие сферы производства экосырья и вторичной переработки – вершина R ;
- 3) развитие агропромышленного комплекса – вершина A ;
- 4) развитие химической отрасли – вершина CH ;
- 5) модернизация промышленных предприятий, в частности машиностроительного комплекса – вершина M ;
- 6) развитие туризма – вершина TUR ;
- 7) развитие строительной отрасли и автомобильной сети – вершина STR ;
- 8) демографическая ситуация в регионе – вершина DEM ;

9) наличие и качественный состав трудовых ресурсов региона (среднесписочная численность занятых в экономике) – вершина *RS*;

10) инвестиционная привлекательность региона – вершина *INV*;

11) состояние социальной инфраструктуры – вершина *SOC*;

12) качество регионального управления – вершина *UPR*;

13) уровень доходов населения – вершина *kdn*;

14) социально-экономическое развитие смежных регионов – вершина *OUT*.

Поскольку ключевым объектом исследования выступает динамика показателей, методология их количественного описания предполагает фиксацию базовых значений в начальный момент времени, их последующее нормирование и анализ динамики изменения относительно базового периода. Таким образом, все значения показателей приводятся к единице в начальный момент времени ($t = 0$).

Ввиду того что приоритетным направлением в рамках социально-экономического развития территории представляется развитие социальной сферы, количественная оценка показателей, связанных с реальным сектором экономики и сферой услуг (*CL*, *R*, *A*, *CH*, *M*, *TUR*, *STR*), привязывается к такому показателю, как производство среднесписочной численности работников по отраслям на среднемесячную номинальную численную заработную плату работников отрасли, дисконтированное по прогнозируемой (или текущей) ставке годового ИПЦ. Данный интегральный показатель выступает в роли индикатора эффективности функционирования отрасли с точки зрения генерации социальных благ (доходов населения).

Альтернативным подходом могло бы стать использование индексов физического объема производства по отношению к базовому году. Однако такой метод отражает исключительно производственный аспект, лишь косвенно связанный с социальной сферой, поскольку интенсивность трансферта средств в социальную сферу в раз-

личных отраслях уникальна, что затрудняет корректную оценку социальных эффектов. Вместе с тем для повышения достоверности выводов в дальнейшем представляется целесообразным рассмотреть оба подхода для последующего сравнения их результатов.

Вершина *DEM* отражает демографическую ситуацию и измеряется численностью постоянного населения региона с учетом миграционного прироста (или оттока). В отличие от нее вершина *RS* характеризует исключительно среднесписочную численность занятых в экономике. Ивановской области приходится конкурировать за рабочую силу с Москвой и близлежащими крупными промышленными центрами (Ярославлем, Нижним Новгородом и др.). Стремление населения региона получать более высокую заработную плату отражается в миграционных процессах. Вследствие этого показатель *RS* не находится в строгой пропорциональной зависимости от *DEM*, а определяется комплексом социальных факторов, уровнем доходов населения и конъюнктурой рынка труда в соседних регионах.

Показатель *kdn* (уровень доходов населения) рассчитывается на основе статистических данных, приведенных к базовому году. Значение вершины *INV* (инвестиционная привлекательность) формируется на основе динамики объема инвестиций в основной капитал в действующих ценах с учетом их дисконтирования по ставке ИПЦ (в базовой модели) либо с использованием индекса-дефлятора (в альтернативной модели).

Для количественной оценки вершины *SOC* предлагается использовать интегральный рейтинг развития социальной инфраструктуры субъектов РФ, формируемый Центром экономических исследований «РИА Рейтинг». Вершина *OUT*, отражающая внешнее макроэкономическое окружение, рассчитывается как средневзвешенный показатель социально-экономического развития соседних регионов (Москва, Московская, Ярославская, Владимирская и Нижегородская области), оказывающих наибольшее влияние на миграцию рабочей силы. Веса при расчете определяются долей

населения каждого из рассматриваемых регионов в их совокупной численности.

Динамика показателя *UPR*, характеризующего качество регионального управления, формализуется на основе Указа Президента Российской Федерации от 28 ноября 2024 года № 1014 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации и деятельности исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации». В качестве интегрального индикатора предлагается использовать сред-

негеометрическое значение темпов роста 21 показателя, утвержденного данным документом (с учетом нормировки).

На основе экспертной оценки и анализа, проведенного выше, были выделены причинно-следственные связи, образующие ребра когнитивного графа (рис. 2), которые могут быть также записаны в табличной форме в виде матрицы смежности (таблица). Отметим, что предложенные причинно-следственные связи могут быть в дальнейшем уточнены за счет привлечения региональных экспертов и стейкхолдеров.

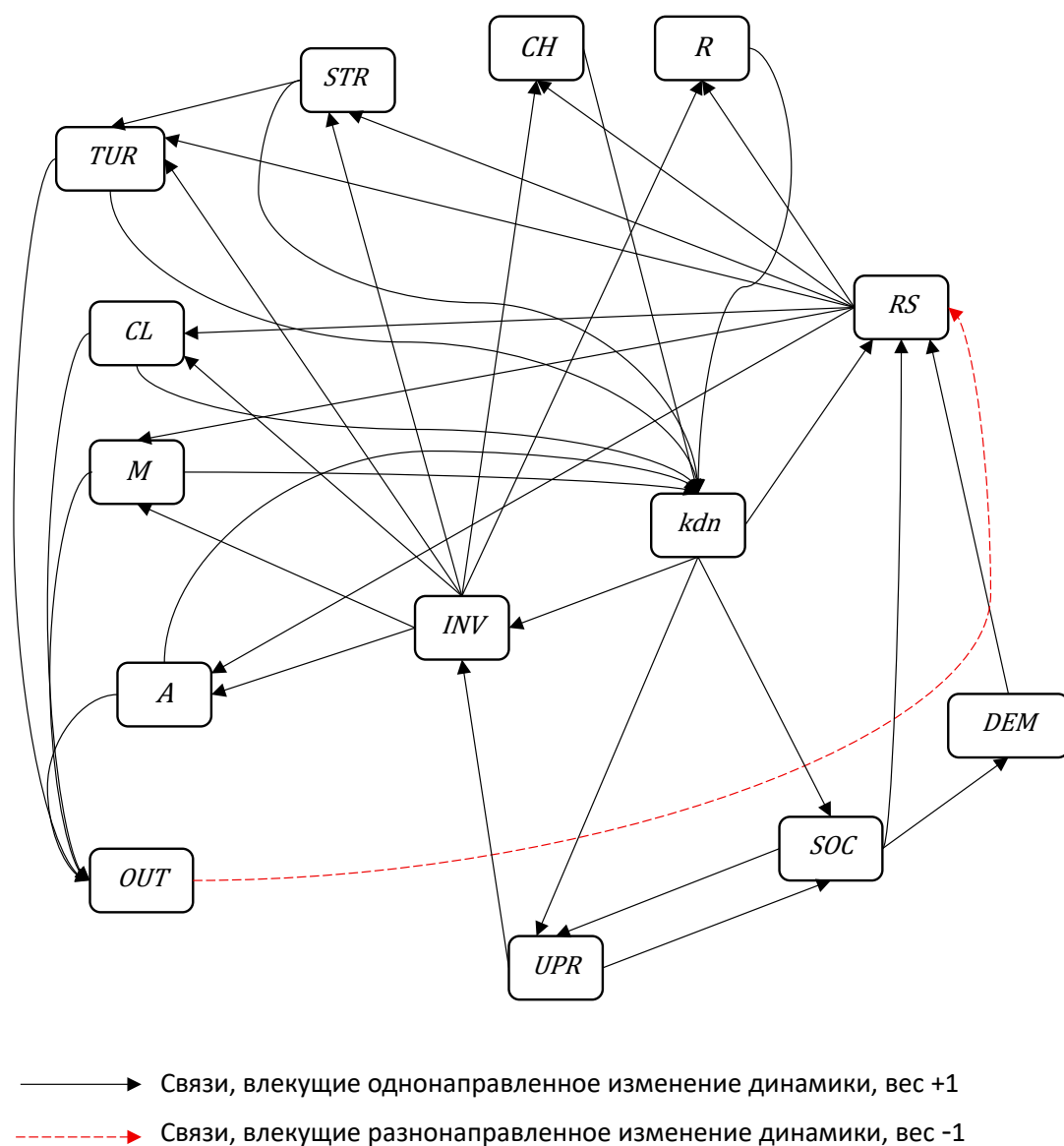


Рис. 2. Когнитивный граф для модели определения трендов стратегического развития Ивановской области

Источник: составлено авторами.

Таблица. Матрица смежности когнитивного графа для модели определения трендов стратегического развития Ивановской области

	CL	R	A	CH	M	TUR	STR	DEM	RS	INV	SOC	UPR	kdn	OUT
CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
STR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
DEM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
RS	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
INV	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SOC	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
UPR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
kdn	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0

Источник: составлено авторами.

Когнитивный граф, представленный на рисунке 2, несбалансирован. Из этого следует, что в построенной системе возможны колебания, вызванные ее структурой, и данное обстоятельство должно учитываться при интерпретации результатов моделирования. В графе выявлены следующие несбалансированные циклы: $OUT \rightarrow RS \rightarrow A \rightarrow OUT$; $OUT \rightarrow RS \rightarrow M \rightarrow OUT$; $OUT \rightarrow RS \rightarrow CL \rightarrow OUT$; $OUT \rightarrow RS \rightarrow TUR \rightarrow OUT$. Возникновение несбалансированных циклов обусловлено тем, что отрасли, входящие в них, ориентированы на производство ресурсов и товаров для реализации за пределами региона. В результате основная доля добавленной стоимости создается вне Ивановской области, что стимулирует экономическое развитие сопредельных территорий. Возможным вариантом решения этой проблемы могли бы стать расположенные на территории региона предприятия полного цикла.

Формализация системы дифференциальных уравнений модели

Принцип построения системы дифференциальных уравнений базируется на

учете трех типов воздействий для каждой вершины когнитивного графа. Первый тип – структурные связи. Воздействия тех вершин, которые инцидентны данной (имеют входящие ребра), формализуются так, чтобы вес ребра определял знак воздействия. Отклонение текущего значения показателя вершины от базового значения в нулевой момент, равного 1, вносит положительный вклад в значение производной, если знак ребра «+1», и отрицательный вклад (через выражение 1 минус текущее значение показателя вершины), если «-1».

Второй тип – экзогенные факторы. В модели не включены внешние факторы, на которые невозможно влиять в рамках региональной политики. Влияние такого рода факторов задается с помощью добавления константы, знак которой определяет направление соответствующего тренда.

Третий тип – управляющие воздействия, описываемые с помощью переменной, для которой задается ступенчатая функция, изменяющая свое значение в момент включения (выключения) управления путем добавления необходимой константы.

На основе анализа когнитивного графа и ретроспективных данных сформирована следующая система дифференциальных уравнений (1)–(14):

$$\frac{dCL}{dt} = s_1 + e_1(INV - 1) + t_1(RS - 1), \quad (1)$$

$$\frac{dR}{dt} = s_2 + e_2(INV - 1) + t_2(RS - 1), \quad (2)$$

$$\frac{dA}{dt} = s_3 + e_3(INV - 1) + t_3(RS - 1), \quad (3)$$

$$\frac{dCH}{dt} = s_4 + e_4(INV - 1) + t_4(RS - 1), \quad (4)$$

$$\frac{dM}{dt} = s_5 + e_5(INV - 1) + t_5(RS - 1), \quad (5)$$

$$\frac{dSTR}{dt} = s_6 + e_6(INV - 1) + t_6(RS - 1). \quad (6)$$

$$\frac{dTUR}{dt} = s_7 + e_7(INV - 1) + t_7(RS - 1) + w_1(STR - 1), \quad (7)$$

$$\frac{dDEM}{dt} = s_8DEM + e_8(SOC - 1), \quad (8)$$

$$\frac{dSOC}{dt} = s_9kdn + e_9(UPR - 1), \quad (9)$$

$$\frac{dINV}{dt} = s_{11}(UPR - 1) + e_{11}kdn, \quad (10)$$

$$\frac{dUPR}{dt} = s_{12} + e_{12}kdn + t_8(SOC - 1) + U_1, \quad (11)$$

$$\frac{dOUT}{dt} = U_2, \quad (12)$$

$$kdn = z_1(CL - 1) + z_2(R - 1) + z_3(A - 1) + z_4(CH - 1) + z_5(M - 1) + z_6(STR - 1) + z_7(TUR - 1), \quad (13)$$

$$RS = (s_{10}DEM + e_{10}kdn) \frac{SOC^a}{OUT^b} \frac{1}{RS(0)}, \quad (14)$$

Система (1)–(14) дополняется начальными условиями ($t = 0$):

$CL(0) = R(0) = A(0) = CH(0) = M(0) = STR(0) = TUR(0) = 1$ (производственные показатели);

$DEM(0) = RS(0) = 1$ (демография и трудовые ресурсы);

$SOC(0) = INV(0) = UPR(0) = OUT(0) = 1$ (социально-экономические показатели);

$kdn(0) = 0$ (доходы населения).

Для «производственных» вершин CL , R , A , CH , M , STR правая часть уравнения включает три компоненты (1)–(6): исторический

рост отрасли (описываемый константой s_i), влияние инвестиций в отрасль на динамику ее развития с индивидуальным коэффициентом эластичности e_i , а также влияние прироста трудовых ресурсов с коэффициентом t_i .

Для вершины TUR вводится дополнительное слагаемое $(STR - 1)$ с коэффициентом w_i , отражающее влияние логистической компоненты (7). Динамика данной компоненты определяется развитием строительной отрасли, включающей в себя возведение автомобильных дорог и объектов туристической инфраструктуры.

Для вершины DEM (8) первое слагаемое отражает естественный прирост (убыль) населения, а второе – миграционный прирост, обусловленный изменением социального фона.

Оценка показателя kdn не требует применения использования дифференциальных связей. Начальное значение показателя предполагается равным 0, а его прирост описывается линейным соотношением (13), в котором коэффициенты z_i характеризуют вклад динамики соответствующей отрасли в уровень доходов населения с учетом численности занятых в данных отраслях.

Динамика показателя социального уровня SOC определяется материальными возможностями региона s_9kdn и мерами государственных и муниципальных властей по организации социального обеспечения населения $e_9(UPR - 1)$.

Для описания динамики объема рабочей силы RS используется соотношение (14). Коэффициент s_{10} отражает долю всего населения, переходящего в категорию рабочей силы (определяется по данным базового года); коэффициент e_{10} характеризует прирост рабочей силы, обусловленный изменением доходов населения; множитель SOC^a ($0 < a < 1$) отражает эластичность предложения труда по отношению к качеству социальной инфраструктуры. Значение $SOC > 1$ способствует привлечению дополнительных трудовых ресурсов, $SOC < 1$ – их оттоку. Показатель OUT^b ($0 < b < 1$) описывает влияние внешних факторов. Рост данного

показателя отражает снижение доступной рабочей силы в регионе за счет миграции. Нормирующий множитель $1/RS(0)$, где $RS(0) = s_{10}DEM(0)$, обеспечивает выполнение условия нормировки в начальный момент времени.

Динамика инвестиций $INV(10)$ зависит от доверия к системе управления и эффективности использования инвестиционных ресурсов. Изменения показателей UPR и OUT описываются соотношениями (11) и (12), в которых U_1 и U_2 – управляющие воздействия, определяемые сценарными условиями; s_{12} – ретроспективный тренд; коэффициенты e_{12} и t_8 представляют собой регрессионные параметры, характеризующие зависимость качества управления от изменений доходов населения и состояния социальной сферы. Численная калибровка этих параметров возможна после накопления соответствующих ретроспективных данных. На текущем этапе исследования они полагаются равными нулю.

Также допускается введение дополнительных управляющих воздействий для изменения интенсивности тех или иных процессов. Например, реализация комплекса мер по субсидированию предприятий малого и среднего бизнеса, занимающихся переработкой вторичного сырья, может быть формализована с помощью добавления соответствующего параметра к уравнению (2).

Параметризация и калибровка модели

Одним из наиболее трудоемких этапов построения модели является ее калибровка – определение значений неизвестных параметров. Для уравнений (1)–(11) параметры оценивались как параметры уравнений регрессии. Значение производной было аппроксимировано разностью показателей текущего и предыдущего годов, а для оценки параметров использованы данные за 2019–2024 гг. (текущий год выбран в качестве базового). Полученные коэффициенты уравнений регрессии приняты в качестве наилучшего приближения для данной модели.

Коэффициент s_{12} также должен был рассчитываться на основе реальных данных, но ввиду их отсутствия принят равным нулю. Для расчета коэффициентов z_i проведен анализ приростов доходов сотрудников каждой из отраслей. Для нахождения коэффициентов s_{10} , e_{10} , a , b и решения оптимизационной задачи был применен метод Левенберга – Марквардта:

$$F(s_{10}, e_{10}, a, b) = \sum_{k=-6}^0 \left(RS(k) - (s_{10}DEM(k) + e_{10}kdn(k)) \frac{SOC^a(k)}{OUT^b(k)} \frac{1}{RS(0)} \right)^2 \rightarrow \min.$$

Моделирование сценариев и анализ результатов

В рамках исследования были сформированы и проанализированы два сценария развития региональной системы – инерционный и догоняющий. В первом сценарии интенсивность всех управляющих воздействий в регионе соответствовала значениям, рассчитанным на основе ретроспективных данных. Во втором сценарии заложено увеличение интенсивности развития внешних субъектов (вершина OUT) на 15% относительно базовых значений.

Решение системы дифференциальных уравнений для обоих сценариев было выполнено с помощью инструмента для моделирования сложных систем – программного обеспечения *AnyLogic*. Результаты прогноза факторов социально-экономического развития Ивановской области до 2030 года на основе построенной имитационной модели представлены на рисунке 3.

Анализ итогов моделирования свидетельствует о том, что недостаточный уровень управленческих усилий по сравнению с более эффективным управлением в близлежащих регионах привел к неудовлетворительным результатам. Наиболее критическим фактором представляется изменение количества занятых в экономике (RS), которое неуклонно снижается (так, например, согласно статистическим данным, среднегодовая численность занятых в экономике с 2010 по 2023 год умень-

шилась почти на 10%). При недостаточных управленческих воздействиях происходит существенный отток трудоспособного населения из области, что ведет к деградации экономики региона.

Опираясь на результаты имитационного моделирования, предложим возможные подходы по управлению рисками в связи с выявленными трендами стратегического развития территории.

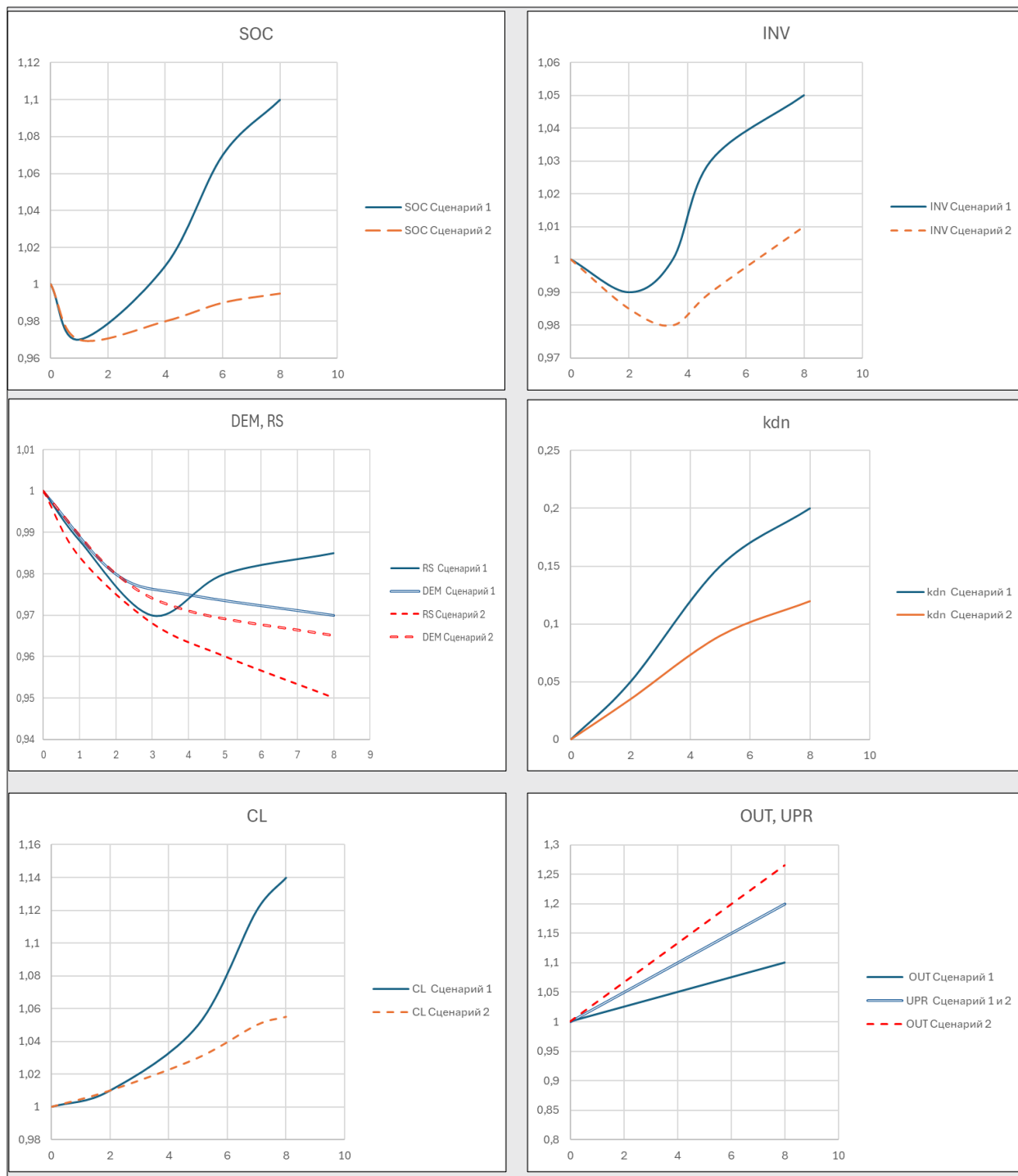


Рис. 3. Результаты моделирования сценариев развития Ивановской области

Источник: составлено авторами.

Основным инструментом управления развитием приоритетных отраслей региональной экономики является обеспечение их поддержки за счет распределения ресурсов регионального бюджета. Как было показано выше, интенсивное развитие таких отраслей, как машиностроительное производство, химическое производство ресурсов и материалов для производственных нужд и др., приводит к большему приросту полезности от их использования в соседних областях, чем в самом регионе ввиду незначительного числа предприятий полного цикла. Инвестирование в развитие данных отраслей будет способствовать росту доходов населения в соседних регионах, в которых сосредоточены предприятия завершающих стадий производственных цепочек, а более высокая численность населения будет формировать внутренний спрос, который в свою очередь обеспечит эффективную реализацию конечной продукции. В модели это отражается ребрами, инцидентными вершине *OUT* (см. рис. 2).

Швейная сфера, являющаяся традиционной для региона, ограничивается территориально-логистической ситуацией. В области существуют торговые хабы, реализующие продукцию отрасли, однако территориальная удаленность и неразвитая транспортная сеть не дают существенного развития этой сфере. В Ивановской области только одна федеральная трасса Р-132 «Золотое кольцо», инфраструктура которой достаточно развита и оперативно поддерживается федеральным бюджетом; качество региональных дорог зависит от уровня поддержки, определяемого местными властями, и финансируется из местных бюджетов. Железнодорожное сообщение не электрифицировано, но тем не менее насыщено межрайонными железнодорожными маршрутами внутри области. Крупные производители реализуют существенную долю продукции вне региона либо используют услуги предпринимателей, реализующих ее через маркетплейсы.

Развитие туристической сферы в регионе также обладает своей спецификой.

Потенциально интересные для развития туризма населенные пункты (Юрьевец, Гаврилов Посад, Иваново, Кинешма, Шуя, Южа, Плес, пгт Палех и д. Холуй) являются частью широко известного «Золотого кольца», крупнейшие города которого находятся за пределами Ивановской области. Любое вложение в развитие этих туристических локаций также привлечет финансовые активы к более эффективным (из-за размера территорий и туристической инфраструктуры) городам соседних областей.

В агросекторе местные компании активно работают на локальном рынке, пытаясь конкурировать с федеральными поставщиками сельхозпродукции; наблюдается тенденция на расширение в соседние регионы.

Доля трудовых ресурсов, занятых в переносимых секторах экономики Ивановской области, существенна, и поэтому поддержка этих отраслей необходима. Для того чтобы получить более существенный прирост выгод местного населения, превышающий аналогичный прирост в соседних регионах, необходимо производить такие инвестиции и управленческие воздействия, которые бы относились к завершающим этапам цепочек добавленной стоимости и были бы уникальными для близлежащих территорий.

Отметим, что в Плане особое внимание уделено развитию сферы переработки вторичных ресурсов (рециклинг). Существенный объем отходов текстильного и швейного производств стал уникальным ресурсом для предприятий созданного промышленного кластера по переработке текстиля «Зеленая нить». Субсидии и льготные кредиты на приобретение оборудования позволяют местным предприятиям получить конкурентные преимущества и расширить спектр перерабатываемых вторичных ресурсов. Представляется перспективным дальнейшее развитие данной стратегической траектории, поскольку отрасль демонстрирует высокую экономическую эффективность (в модели эта динамика формализуется цепочкой $UPR \rightarrow INV \rightarrow R$).

Также необходимо более активно развивать туристическую сферу в направле-

ниях, обладающих самостоятельной идентичностью и напрямую не зависящих от туристического бренда «Золотое кольцо». Так, например, в Ивановской области проходят арт-фестиваль «Русская Венеция» в Холуе, Международный фестиваль «Зеркало. Философия Тарковского» в Юрьевце, Международный фестиваль моды «Льняная палитра». Данные мероприятия, проводимые в точках маршрута «Золотого кольца» и опирающиеся на его инфраструктуру, обладают уникальным культурно-событийным контентом, обеспечивающим приток туристов непосредственно в Ивановскую область. Стимулирование и масштабирование этого тренда является приоритетной задачей стратегического развития (в модели формализуется цепочкой $UPR \rightarrow INV \rightarrow TUR$ при условии снижения веса связи $TUR \rightarrow OUT$).

Таким образом, проведенное имитационное моделирование продемонстрировало, что реализация мероприятий, предусмотренных Планом, в случае несбалансированного распределения административных и финансовых ресурсов может сопровождаться негативными системными эффектами, в частности усилением межрегиональной миграции и утечкой добавленной стоимости в соседние регионы. В результате анализа были обоснованы приоритетные направления распределения ресурсов, ориентированные на развитие отраслей с высокой добавленной стоимостью, завершающих стадий производственных цепочек и уникального регионального потенциала. Корректировка инвестиционной политики в пользу данных направлений способна обеспечить устойчивый рост качества и уровня жизни населения, а также существенное снижение темпов его оттока из Ивановской области.

Заключение

В рамках настоящего исследования разработан алгоритм и представлен пример построения имитационной модели, построенной на базе когнитивного моделирования,

позволяющей оценивать изменение трендов социально-экономических показателей региона в результате нелинейных эффектов обратных связей.

На основе анализа причинно-следственных связей проведена оценка аспектов распределения административных и финансовых ресурсов. При этом выявлено, что даже при наличии несбалансированных циклов, возникающих при реализации мероприятий Плана, имеется возможность найти такие варианты приложения управленческих воздействий, которые обеспечат рост уровня и качества жизни населения.

Решение представленной задачи представляется актуальным при формировании стратегических планов и выработке эффективных управленческих решений по развитию территории. Оценка различных сценариев до их практической реализации позволяет выявлять и исключать высокорисковые варианты развития, приводящие к системным кризисам и неблагоприятным социально-экономическим эффектам. Таким образом, базовым этическим и методологическим принципом применения предлагаемой модели выступает *primum non nocere* («прежде всего – не навреди»), что делает ее востребованной органами государственной власти. Отметим также, что построение модели для определения трендов в системе с обратными связями методами когнитивного и имитационного моделирования было выполнено в соответствии с принципами доказательного моделирования, предложенными в работе (Клейнер, 2023).

В конечном итоге предложенная имитационная модель выступает эффективным инструментом сценарного прогнозирования, помогающим на этапе планирования выявлять скрытые структурные диспропорции. Внедрение разработанных рекомендаций в процесс принятия решений позволит органам государственной власти региона минимизировать системные риски и максимизировать мультипликативный социально-экономический эффект от реализации Стратегии до 2030 года.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. (2007). Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. № 3. С. 2–8.
- Анопоченко Т.Ю., Воронина Н.Ф. (2023). Анализ документа стратегического развития регионов РФ // Профессорский журнал. Серия: Рекреация и туризм. № 17 (1). С. 48–56. DOI: 10.18572/2686-858X-2023-17-1-48-56
- Антипин И.А. (2021). Региональное стратегическое планирование и управление: теоретические и методологические основы: монография / под науч. ред. Н.Ю. Власовой; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та. 237 с.
- Антипин И.А., Власова Н.Ю., Иванова О.Ю. (2023). Стратегическое планирование регионов Российской Федерации: вопросы пространственного развития // Управленец. Т. 14. № 6. С. 50–62. DOI: 10.29141/2218-5003-2023-14-6-4
- Бабина О.И., Владимиров О.Н. (2021). Системно-динамическая модель социально-экономического развития региона (на примере Красноярского края) // Вестник Челябинского государственного университета. № 6 (452). С. 71–80. DOI: 10.47475/1994-2796-2021-10608
- Борисова В.В. (2023). О возможностях когнитивного моделирования в задачах стратегического управления // Инновации и инвестиции. № 4. С. 117–122.
- Власюк Л.И. (2024). Экономико-математическое обеспечение регионального и отраслевого стратегирования // Стратегирование: теория и практика. Т. 4. № 1. С. 96–109. DOI: 10.21603/2782-2435-2024-4-1-96-109
- Жихаревич Б.С. (2024). Критерии качества стратегий российских регионов в 2023 году // Региональная экономика. Юг России. Т. 12. № 1. С. 15–24. DOI: 10.15688/re.volsu.2024.1.2
- Жуков А.В. (2011). Модель многокритериальной оценки оптимальной стратегии развития субъекта экономики // Вестник ТвГУ. Серия: Прикладная математика. № 20. С. 105–123.
- Жуков Р.А. (2025). Моделирование системной сбалансированности региональной экономики в условиях неопределенности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). Т. 16. № 2. С. 255–276. DOI: 10.18184/2079-4665.2025.16.2.255-276
- Изотова Г.С., Еремин С.Г., Галкин А.И. (2025). Оптимизация процессов стратегического планирования в системе государственного и муниципального управления Российской Федерации // Экономика. Налоги. Право. Т. 18. № 1. С. 87–94. DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-1-87-94
- Квинт В.Л., Новикова И.В., Алимуратов М.К., Сасаев Н.И. (2022). Стратегирование технологического суверенитета национальной экономики // Управленческое консультирование. № 9 (165). С. 57–67. DOI: 10.22394/1726-1139-2022-9-57-67
- Клейнер Г.Б. (2023). Доказательное моделирование как перспективный инструмент научного исследования социально-экономических процессов // Экономика и управление: проблемы, решения. Т. 2. № 6. С. 5–16. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.06.02.001
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Карпинская В.А. (2022). Стратегическое планирование и системная оптимизация национальной экономики // Проблемы прогнозирования. № 3 (192). С. 6–15. DOI: 10.47711/0868-6351-192-6-15
- Кобылко А.А., Рыбачук М.А. (2024). Сравнительный анализ стратегий мезоуровня: регион, отрасль, корпорация // Russian Journal of Economics and Law. Т. 18. № 4. С. 898–911. DOI: 10.21202/2782-2923.2024.4.898-911
- Кобылко А.А. (2025). Стратегия предприятия во времени и пространстве: монография. Москва: ФГБУН НИЦ «Наука» РАН. 168 с. DOI: 10.52929/9785605453611

- Коровин Д.И. (2020). О применении когнитивных графов для анализа качественных характеристик социально-экономических процессов: коррупция в вузе // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством». № 2 (44). С. 67–72.
- Коровин Д.И., Коротеев М.В., Петросов Д.А. (2024) Оптимизация промышленного производства методами имитационного моделирования. Москва: КноРус. 133 с.
- Ленчук Е.Б., Филатов В.И. (2023). Стратегическое планирование как инструмент снижения неопределенности в условиях глобальной экономической трансформации // Вестник Института экономики Российской академии наук. № 4. С. 7–24. DOI: 10.52180/2073-6487_2023_4_7_24
- Мазилев Е.А., Саханевич Д.Ю. (2020). Факторы научно-технологического пространства // Вопросы территориального развития. Т. 8. № 4. DOI: 10.15838/tdi.2020.4.54.1
- Мазутский Н.М. (2021). Имитационное моделирование когнитивными графами на примере инфляционных возмущений // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством». № 4. С. 156–164. DOI: 10.6060/ivecofin.2021493.578
- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сулакшин С.С. (2007). Применение вычислимых моделей в государственном управлении. Москва: Научный эксперт. 304 с.
- Минакир П.А. (2019). Российское экономическое пространство: стратегические тупики // Экономика региона. Т. 15. № 4. С. 967–980. DOI: 10.17059/2019-4-1
- Митрофанова И.В., Чернова О.А., Тюпакова Н.Н. (2021). Показатели оценки стратегий социально-экономического развития региона в координатах конкурентоспособности, устойчивости, безопасности и сбалансированности // Региональная экономика. Юг России. Т. 9. № 1. С. 16–31. DOI: 10.15688/re.volsu.2021.1.2
- Наумов И.В. (2019). Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах формирования инвестиционного потенциала территорий методами пространственного моделирования // Экономика региона. Т. 15. № 3. С. 720–735. DOI: 10.17059/2019-3-8
- Низамутдинов М.М., Ахметзянова М.И., Аитова Ю.С. (2022). Подходы и инструментальные средства моделирования взаимовлияния миграционной активности населения и экономического развития территорий // Экономика промышленности / Russian Journal of Industrial Economics. Т. 15. № 3. С. 367–379. DOI: 10.17073/2072-1633-2022-3-367-379
- Низамутдинов М.М., Орешников В.В., Давлетова З.А. (2024). Разработка и апробация инструментария стратегического планирования территориального развития на основе интеллектуальной адаптивной имитационной модели // Бизнес-информатика. Т. 18. № 4. С. 25–45. DOI: 10.17323/2587-814X.2024.4.25.45
- Патракеева О.Ю. (2022). Структурно-динамическая модель транспортных эффектов экономического роста (на примере Ростовской области) // Региональная экономика. Юг России. Т. 10. № 4. С. 176–184. DOI: 10.15688/re.volsu.2022.4.16
- Попов Е.В., Челак И.П., Кавецкий С.А. (2024). Индикаторы устойчивого развития экономической системы территории // Управление. Т. 12. № 4. С. 34–47. DOI: 10.26425/2309-3633-2024-12-4-34-47
- Рыков Ю.Г. (2021). Технология использования нечетких когнитивных карт с математической точки зрения // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. № 73. 22 с. DOI: 10.20948/prepr-2021-73
- Сасаев Н.И., Квинт В.Л. (2024). Стратегирование промышленного ядра национальной экономики // Экономика промышленности. Т. 17. № 3. С. 245–260. DOI: 10.17073/2072-1633-2024-3-1349
- Серпуховитин Д.А., Коровин Д.И. (2023). Исследование национальной инновационной системы Российской Федерации с помощью когнитивной модели // Государственная служба. № 4. С. 46–55. DOI: 10.22394/2070-8378-2023-25-4-46-55

- Смирнов Д.А. (2022). Моделирование экономического роста с использованием системной динамики // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. № 4. С. 78–92. DOI: 10.47576/2949-1878.2025.4.4.017
- Тиханычев О.В., Тиханычева Е.О. (2025). Реализация обратной связи как одно из условий эффективности управления социальными системами // Национальная безопасность / Nota Bene. № 2. С. 27–39. DOI: 10.7256/2454-0668.2025.2.36925
- Ускова Т.В. (2020). Устойчивость развития территорий и современные методы управления // Проблемы развития территории. № 2 (106). С. 7–18. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.1
- Целых А.Н., Васильев В.С., Целых Л.А. (2025). Когнитивные графы в системах искусственного интеллекта: монография / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета. 266 с.
- Шаранов И.М., Петрова Е.С. (2011). Имитационное моделирование управленческих процессов в производственных системах // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. № 18. С. 5–10.
- Assumma V., Bottero M., Datola G., De Angelis E., Monaco R. (2020). Dynamic models for exploring the resilience in territorial scenarios. *Sustainability*, 12(1), 3. DOI: 10.3390/su12010003
- Bassi A.M., Bianchi M., Guzzetti M., Pallaske G., Tapia C. (2021). Improving the understanding of circular economy potential at territorial level using systems thinking. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 128–140. DOI: 10.1016/j.spc.2020.10.028
- Blokhin A.A., Kuvalin D.B. (2023). Global challenges for the strategic planning system in Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 34(3), 297–307. DOI: 10.1134/s1075700723030024
- Fattakhov R.V., Nizamutdinov M.M., Ivanov P.A. (2025). Problems of ensuring balanced socio-economic development of regions under sanctions. *Finance: Theory and Practice*. 29(2), 166–180. DOI: 10.26794/2587-5671-2025-29-2-166-180
- Firsova A., Gorelova G., Makarova E.L., Makarova E.A., Chernyshova G. (2023). Simulation cognitive modeling approach to the regional sustainable complex system development for improving quality of life. *Mathematics*, 11(20), 4369. DOI: 10.3390/math11204369
- Gilmundinov V.M., Pankova Y.V. (2023). Spatial development of Russia under the conditions of external and internal challenges. *Studies on Russian Economic Development*, 34(4), 484–491.
- Le Q.B., Seidl R., Scholz R.W. (2012). Feedback loops and types of adaptation in the modelling of land-use decisions in an agent-based simulation. *Environmental Modelling & Software*, 27, 83–96. DOI: 10.1016/j.envsoft.2011.09.002
- Manson S., An L., Clarke K.C., Heppenstall A., Koch J., et al. (2020). Methodological issues of spatial agent-based models. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 23(1), 3. DOI: 10.18564/jasss.4174
- Qi X., Mao M. (2024). A computational model for spatial exploration in regional economic collaborative development: A case study. In: *11th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)*. IEEE. DOI: 10.1109/DSA63982.2024.00060
- Sebestyén T., Varga A. (2019). Knowledge networks in regional development: An agent-based model and its application. *Regional Studies*, 53(9), 1333–1343. DOI: 10.1080/00343404.2019.1622663
- Zhang H. (2024). Research on regional economic development and application of computational economics method. In: *4th International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications (ICMNBC)*. IEEE. DOI: 10.1109/ICMNBC63764.2024.10872237

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий Игоревич Коровин – доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Российская Федерация, 125167, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 49/2; e-mail: dikorovin@fa.ru)

Максим Александрович Рыбачук – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН (Российская Федерация, 117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 47); доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Российская Федерация, 125167, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 49/2; e-mail: rybachuk@cemi.rssi.ru)

Korovin D.I., Rybachuk M.A.

IDENTIFYING STRATEGIC DEVELOPMENT TRENDS OF A REGION USING COGNITIVE MODELING METHODS

The article develops an approach to assessing the effectiveness of regional socio-economic development strategies, taking into account nonlinear feedback loops and cyclic effects. Using the Socio-Economic Development Strategy of the Ivanovo Region until 2030 as a case study, an algorithm is developed for constructing a simulation model to identify trends in the region's strategic development based on cognitive modeling. An analysis of unbalanced cycles in the cognitive graph reflecting the mutual influence of key factors of the territory's socio-economic development embedded in the document is carried out. It is revealed that ignoring these structures in planning leads to hidden disproportions, such as interregional migration of labor resources and the "leakage" of added value to neighboring regions. The process of selecting and normalizing indicators based on time series is described, and the formalization of cause-and-effect relationships in the form of a system of differential equations is carried out. Based on the model, an assessment of two scenarios of the territory's development is performed, taking into account managerial influences – the inertial and the catch-up ones. Scenario modeling has demonstrated that even in the presence of unbalanced cycles, it is possible to identify managerial influences that would ensure sustainable growth in the quality of life of the population. The proposed approach to determining trends in the strategic development of a territory allows public authorities to simulate various managerial decisions before their practical implementation in order to obtain additional information. This makes it possible, on the one hand, to minimize systemic risks and adjust the allocation of investment resources, and on the other hand, to maximize the multiplicative socio-economic effect. The proposed algorithm has high practical significance and can be applied in the formation of strategic development plans for other constituent entities of the Russian Federation.

Simulation modeling, socio-economic development modeling, cognitive graph, feedback loops, balanced cycle, dynamic system, strategy, Ivanovo Region.

REFERENCES

- Anopchenko T.Yu., Voronina N.F. (2023). Analysis of the strategic development document for the regions of the Russian Federation. *Professorskii zhurnal. Seriya: Rekreatsiya i turizm*, 17(1), 48–56. DOI: 10.18572/2686-858X-2023-17-1-48-56 (in Russian).
- Antipin I.A. (2021). *Regional'noe strategicheskoe planirovanie i upravlenie: teoreticheskie i metodologicheskie osnovy: monografiya* [Regional Strategic Planning and Management: Theoretical and Methodological Foundations: a monograph]. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. gos. ekon. un-ta.

- Antipin I.A., Vlasova N.Yu., Ivanova O.Yu. (2023). Strategic planning of the regions of the Russian Federation: Issues of spatial development. *Upravlenets*, 14(6), 50–62. DOI: 10.29141/2218-5003-2023-14-6-4 (in Russian).
- Assumma V., Bottero M., Datola G., De Angelis E., Monaco R. (2020). Dynamic models for exploring the resilience in territorial scenarios. *Sustainability*, 12(1), 3. DOI: 10.3390/su12010003
- Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Makarenko D.I., Maksimov V.I. (2007). Cognitive approach in management. *Problemy upravleniya*, 3, 2–8 (in Russian).
- Babina O.I., Vladimirova O.N. (2021). A system-dynamic model of the socio-economic development of a region (using the Krasnoyarsk Territory as an example). *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 6(452), 71–80. DOI: 10.47475/1994-2796-2021-10608 (in Russian).
- Bassi A.M., Bianchi M., Guzzetti M., Pallaske G., Tapia C. (2021). Improving the understanding of circular economy potential at territorial level using systems thinking. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 128–140. DOI: 10.1016/j.spc.2020.10.028
- Blokhin A.A., Kuvalin D.B. (2023). Global challenges for the strategic planning system in Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 34(3), 297–307. DOI: 10.1134/s1075700723030024
- Borisova V.V. (2023). On the possibilities of cognitive modeling in strategic management tasks. *Innovatsii i investitsii*, 4, 117–122 (in Russian).
- Fattakhov R.V., Nizamutdinov M.M., Ivanov P.A. (2025). Problems of ensuring balanced socio-economic development of regions under sanctions. *Finance: Theory and Practice*. 29(2), 166–180. DOI: 10.26794/2587-5671-2025-29-2-166-180
- Firsova A., Gorelova G., Makarova E.L., Makarova E.A., Chernyshova G. (2023). Simulation cognitive modeling approach to the regional sustainable complex system development for improving quality of life. *Mathematics*, 11(20), 4369. DOI: 10.3390/math11204369
- Gilmundinov V.M., Pankova Y.V. (2023). Spatial development of Russia under the conditions of external and internal challenges. *Studies on Russian Economic Development*, 34(4), 484–491.
- Izotova G.S., Eremin S.G., Galkin A.I. (2025). Optimization of strategic planning processes in the system of state and municipal governance of the Russian Federation. *Ekonomika. Nalogi. Pravo=Economics, Taxes & Law*, 18(1), 87–94. DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-1-87-94 (in Russian).
- Kleiner G.B. (2023). Evidence-based modeling as a promising tool for the scientific study of socio-economic processes. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 6(2), 5–16. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.06.02.001(in Russian).
- Kleiner G.B., Rybachuk M.A., Karpinskaya V.A. (2022). Strategic planning and systemic optimization of the national economy. *Problemy prognozirovaniya=Studies on Russian Economic Development*, 3(192), 6–15. DOI: 10.47711/0868-6351-192-6-15(in Russian).
- Kobylko A.A. (2025). *Strategiya predpriyatiya vo vremeni i prostranstve: monografiya* [The Enterprise's Strategy in Time and Space: Monograph]. Moscow: FGBUN NITS "Nauka" RAN. DOI: 10.52929/9785605453611(in Russian).
- Kobylko A.A., Rybachuk M.A. (2024). Comparative analysis of meso-level strategies: Region, industry, corporation. *Russian Journal of Economics and Law*, 18(4), 898–911. DOI: 10.21202/2782-2923.2024.4.898-911(in Russian).
- Korovin D.I. (2020). On the use of cognitive graphs for analyzing the qualitative characteristics of socio-economic processes: Corruption in higher education institutions. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Seriya "Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom"*, 2(44), 67–72 (in Russian).
- Korovin D.I., Koroteev M.V., Petrosov D.A. (2024) *Optimizatsiya promyshlennogo proizvodstva metodami imitatsionnogo modelirovaniya* [Optimization of Industrial Production Using Simulation Modeling Methods]. Moscow: KnoRus.

- Kvint V.L., Novikova I.V., Alimuradov M.K., Sasaev N.I. (2022). Strategic management of the technological sovereignty of the national economy. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 9(165), 57–67. DOI: 10.22394/1726-1139-2022-9-57-67 (in Russian).
- Le Q.B., Seidl R., Scholz R.W. (2012). Feedback loops and types of adaptation in the modelling of land-use decisions in an agent-based simulation. *Environmental Modelling & Software*, 27, 83–96. DOI: 10.1016/j.envsoft.2011.09.002
- Lenchuk E.B., Filatov V.I. (2023). Strategic planning as a tool for reducing uncertainty in the context of global economic transformation. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiiskoi akademii nauk*, 4, 7–24. DOI: 10.52180/2073-6487_2023_4_7_24 (in Russian).
- Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sulakshin S.S. (2007). *Primenenie vychislimykh modelei v gosudarstvennom upravlenii* [The Use of Computational Models in Public Administration]. Moscow: Nauchnyi ekspert.
- Manson S., An L., Clarke K.C., Heppenstall A., Koch J., et al. (2020). Methodological issues of spatial agent-based models. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 23(1), 3. DOI: 10.18564/jasss.4174
- Mazilov E.A., Sakhanovich D.Yu. (2020). Factors of the scientific and technological space. *Voprosy territorial'nogo razvitiya=Territorial Development Issues*, 8(4). DOI: 10.15838/tdi.2020.4.54.1 (in Russian).
- Mazutskii N.M. (2021). Simulation modeling using cognitive graphs, illustrated by the example of inflationary disturbances. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Seriya "Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom"*, 4, 156–164. DOI: 10.6060/ivecofin.2021493.578 (in Russian).
- Minakir P.A. (2019). The Russian economic space: Strategic dead ends. *Ekonomika regiona=Economy of Regions*, 15(4), 967–980. DOI: 10.17059/2019-4-1 (in Russian).
- Mitrofanova I.V., Chernova O.A., Tyupakova N.N. (2021). Indicators for assessing the strategies of socio-economic development of a region in terms of competitiveness, sustainability, security, and balance. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii*, 9(1), 16–31. DOI: 10.15688/re.volsu.2021.1.2 (in Russian).
- Naumov I.V. (2019). A study of interregional interconnections in the processes of forming the investment potential of territories using spatial modeling methods. *Ekonomika regiona=Economy of Regions*, 15(3), 720–735. DOI: 10.17059/2019-3-8 (in Russian).
- Nizamutdinov M.M., Akhmetzyanova M.I., Aitova Yu.S. (2022). Approaches and tools for modeling the interplay between population migration activity and the economic development of territories. *Ekonomika promyshlennosti=Russian Journal of Industrial Economics*, 15(3), 367–379. DOI: 10.17073/2072-1633-2022-3-367-379 (in Russian).
- Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V., Davletova Z.A. (2024). Development and testing of a strategic planning toolkit for territorial development based on an intelligent adaptive simulation model. *Biznes-informatika*, 18(4), 25–45. DOI: 10.17323/2587-814X.2024.4.25.45 (in Russian).
- Patrakeeva O.Yu. (2022). Structural-dynamic model of the transport effects of economic growth (using the Rostov Region as an example). *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii*, 10(4), 176–184. DOI: 10.15688/re.volsu.2022.4.16 (in Russian).
- Popov E.V., Chelak I.P., Kavetskii S.A. (2024). Indicators of sustainable development of the territory's economic ecosystem. *Upravlenie*, 12(4), 34–47. DOI: 10.26425/2309-3633-2024-12-4-34-47 (in Russian).
- Qi X., Mao M. (2024). A computational model for spatial exploration in regional economic collaborative development: A case study. In: *11th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)*. IEEE. DOI: 10.1109/DSA63982.2024.00060
- Rykov Yu.G. (2021). The technology of using fuzzy cognitive maps from a mathematical perspective. *Preprinty IPM im. M. V. Keldysha*, 73, 22. DOI: 10.20948/prepr-2021-73 (in Russian).
- Sasaev N.I., Kvint V.L. (2024). Strategic targeting of the industrial core of the national economy. *Ekonomika promyshlennosti=Russian Journal of Industrial Economics*, 17(3), 245–260. DOI: 10.17073/2072-1633-2024-3-1349 (in Russian).

- Sebestyén T., Varga A. (2019). Knowledge networks in regional development: An agent-based model and its application. *Regional Studies*, 53(9), 1333–1343. DOI: 10.1080/00343404.2019.1622663
- Serpukhovitin D.A., Korovin D.I. (2023). A study of the national innovation system of the Russian Federation using a cognitive model. *Gosudarstvennaya sluzhba*, 4, 46–55. DOI: 10.22394/2070-8378-2023-25-4-46-55 (in Russian).
- Sharanov I.M., Petrova E.S. (2011). Simulation modeling of management processes in production systems. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, 18, 5–10 (in Russian).
- Smirnov D.A. (2022). Modeling economic growth using system dynamics. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika*, 4, 78–92. DOI: 10.47576/2949-1878.2025.4.4.017 (in Russian).
- Tikhanychev O.V., Tikhanycheva E.O. (2025). The implementation of feedback as one of the conditions for the effectiveness of management in social systems. *Natsional'naya bezopasnost'. Nota Bene*, 2, 27–39. DOI: 10.7256/2454-0668.2025.2.36925 (in Russian).
- Tselykh A.N., Vasil'ev V.S., Tselykh L.A. (2025). *Kognitivnye grafy v sistemakh iskusstvennogo intellekta: monografiya* [Cognitive Graphs in Artificial Intelligence Systems: Monograph]. Rostov-on-Donu; Taganrog: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta.
- Uskova T.V. (2020). Sustainable development of territories and modern management methods. *Problemy razvitiya territorii=Problems of Territory's Development*, 2(106), 7–18. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.1 (in Russian).
- Vlasyuk L.I. (2024). Economic and mathematical support for regional and sectoral strategic planning. *Strategirovanie: teoriya i praktika*, 4(1), 96–109. DOI: 10.21603/2782-2435-2024-4-1-96-109 (in Russian).
- Zhang H. (2024). Research on regional economic development and application of computational economics method. In: *4th International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications (ICMNWC)*. IEEE. DOI: 10.1109/ICMNWC63764.2024.10872237
- Zhikharevich B.S. (2024). Criteria for assessing the quality of Russian regions' strategies in 2023. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii*, 12(1), 15–24. DOI: 10.15688/re.volsu.2024.1.2 (in Russian).
- Zhukov A.V. (2011). Model for multi-criteria assessment of the optimal development strategy for an economic entity. *Vestnik TvGU. Seriya: Prikladnaya matematika*, 20, 105–123 (in Russian).
- Zhukov R.A. (2025). Modeling the systemic balance of the regional economy under conditions of uncertainty. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie)*, 16(2), 255–276. DOI: 10.18184/2079-4665.2025.16.2.255-276 (in Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dmitriy I. Korovin – Doctor of Sciences (Economics), Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, professor of department, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2, Leningradsky Avenue, Moscow, 125167, Russian Federation; e-mail: dikorovin@fa.ru)

Maksim A. Rybachuk – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher, Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117418, Russian Federation); associate professor, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2, Leningradsky Avenue, Moscow, 125167, Russian Federation; e-mail: rybachuk@cemi.rssi.ru)

Статья поступила 22.07.2026.