

# ВОЗМОЖНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Краснова Т.Г., Поздняков А.К., Вильгельм А.С.,

*Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия*  
admeconom@mail.ru, akpozdneyakov@mail.ru, asvilhelm@gmail.com

Дулесов А.Н.

*ХТИ – филиал Сибирского федерального университета, Абакан, Россия*  
babyshkag@mail.ru

*Аннотация. Предложен концептуальный подход к развитию методики для автоматизации мониторинга уровня развития региональной экономики на основе применения метода разложения входных детерминирующих показателей; на базе подхода реализовано модельное обеспечение для оценки структурных компонентов валовой добавленной стоимости и дальнейшего построения параметров отраслевого развития.*

*Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, крупномасштабные системы, региональная экономика, мониторинг, информационные системы, цифровая трансформация.*

## Введение

Процессы цифровой трансформации, происходящие в региональном секторе экономики, требуют развития подходов к методикам совершенствования мониторинга функционирования отраслей на региональном уровне. Традиционно в методику регионального мониторинга включается ряд показателей, таких как неравномерность, диверсификация, динамика роста, бюджетная обеспеченность, инвестиции, отраслевой и секторальный выпуск, что является основой для разработки новых подходов. Большое количество измеряемых параметров для моделирования региональных отраслевых процессов обуславливает алгоритмическое обеспечение обработки потоков данных по детерминирующим факторам. При разработке реальных сценариев стратегического социально-экономического развития вызывает затруднение применения большого массива данных из-за слабой интегрированности между информационными системами различных уровней: федерального, регионального и муниципального [1].

В настоящее время государственные информационные системы (ГИС) являются основным направлением в развитии автоматизации изучения индикаторов. Данный подход апробируется регионами в проектах цифровой трансформации, однако универсальным его пока назвать нельзя в силу ограничений [2], связанных в первую очередь с проблемами его распространения в интернете и инфраструктурного сопровождения. Формирование ВРП существенно меняется в настоящее время под воздействием информационных изменений, которые отражаются на ВДС отраслей региона.

Скорость распространения информационных технологий связана, во-первых, с процессами урбанизации и локализации городов на региональном и межрегиональном пространстве; во-вторых, с активностью субъектов локальных рынков; в-третьих, с устойчивыми процессами рыночного спроса и предложения. Также можно отметить тенденцию усиления межрегиональной дифференциации социально-экономического развития, что формирует локальный спрос и предложение, что определяет необходимость дальнейшего совершенствования системы мониторинга, связанной, в первую очередь, с инвестициями, валовым отраслевым выпуском, цепочками поставок и формированием стоимости продукции на региональном уровне [3, 4].

Так как большое значение со стороны органов государственного управления уделяется регулированию пространственного развития региональных систем с целью обеспечения поступательного развития территорий и региональной экономики, то эффективное функционирование системы мониторинга на цифровой платформе является обязательным условием становления национальной экономики, что и составляет актуальность настоящего исследования [5].

## 1. Теоретические основы концептуального подхода к развитию методики

Оценка влияния региональных отраслевых показателей на уровень валового регионального продукта для целей настоящего исследования выполнена по отраслевым статистическим показателям с использованием официальной отчетности хозяйствующих субъектов. В экономической деятельности регионов детерминирующими факторами являются ресурсы как основа для формирования

экономических результатов. В тоже время, прирост отраслевой доли в ВРП зависит от бюджетного финансирования, инфраструктуры региональной экономики и эффективности управления.

Отраслевой подход с целью оптимизации доли расходов бюджета для максимизации среднего темпа экономического роста активно применяется для прогнозирования регионального развития [6, 7]. Расходы бюджета можно рассматривать как структурную часть совокупного спроса региона, оказывающего влияние на ВРП [8, 9]. В работе [10] отмечается, что для измерения степени влияния государственных расходов на экономический рост возможно применение формул линейной зависимости, но лишь на краткосрочном горизонте, но для более длительного горизонта, по продолжительности сопоставимого с продолжительностью промышленного цикла, необходимо применение нелинейных уравнений. Эффект краткосрочного воздействия применим для всех развивающихся экономик [11, 12].

В исследованиях [13, 14, 15, 16, 17] оценивается величина вклада государственных расходов в инклюзивный рост за счет увеличения компенсационных выплат и перераспределения структуры инвестиций в те отрасли промышленности, эффективность деятельности которых снижается в текущем периоде. В работах [18, 19] с помощью линейной регрессии между ВРП и налогово-бюджетной переменной оценивается перераспределение бюджетных расходов между секторами экономики в соответствии с приоритетными целями экономического роста. В работе [20] проверяется, возможность повышения долгосрочного роста валового внутреннего продукта за счёт перераспределения компонентов государственного бюджета.

### 1.1. Концепция развития мониторингового метода

Для целей настоящего исследования введена переменная «отраслевая ВДС» в качестве объясняющей величины, которая поможет оценить влияние факторов производства на прирост ВРП [21]. Для её оценки предлагается использовать официальную методологию Федеральной службы государственной статистики: на уровне региона ВРП рассчитывается производственным методом как разница между выпуском и промежуточным потреблением. Совокупность ВДС отраслей региона составляет величину валового регионального продукта [22, 23]. Учитывая, что отраслевой ВДС на уровне региона по методологии Федеральной службы государственной статистики исчисляется как разность между выпуском товаров, услуг и промежуточным потреблением (иными словами, валовой выпуск отраслевых предприятий за минусом выручки контрагентов-поставщиков, которая в соответствии с нормами Налогового кодекса учитывается как материальные затраты), в исследовании принимается укрупнённая оценка, исходя из официальных статистических данных по следующей формуле:

$$\text{ВДС} = \text{Вып} - \text{МЗ} + \text{Приб}. \quad (1)$$

где Вып – величина в исследуемом регионе по разделу «15.1. Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности» сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели»; МЗ – материальные затраты в разделе «15.3. Структура затрат на производство работ по виду экономической деятельности по элементам» (тот же сборник); Приб – финансовый результат в разделе «12.9. Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) организаций по отдельным видам экономической деятельности» (тот же сборник).

Имея стоимостную оценку структуры ВДС, можно в дальнейшем изучить характер развития региональной экономики, например, используя для измерения неравномерности регионального роста в разрезе отраслевых показателей взвешенный индекс Тейла ( $T$ ), как наиболее подходящий, поскольку, во-первых, в классификации содержатся разномасштабные и несопоставимые объекты, а, во-вторых, гибкость его декомпозиции позволяет отделять структурные сдвиги как между отраслями, так и внутри отраслей [24]. В рамках предлагаемого подхода для более универсального представления описанная декомпозиция показателей приведена в следующей формульной записи:

$$T(\text{ВДС}) = \sum \beta \ln \frac{\text{ВДС}_s}{\text{ВДС}_N} = \sum \beta \ln \frac{\text{Вып}_s - \text{МЗ}_s + \text{Приб}_s}{\text{Вып}_N - \text{МЗ}_N + \text{Приб}_N} \quad (2)$$

$$T(\text{ВДС}) = \sum \beta \ln \frac{\text{Вып}_s}{\text{Вып}_N} - \sum \beta \ln \frac{\text{МЗ}_s}{\text{МЗ}_N} + \sum \beta \ln \frac{\text{Приб}_s}{\text{Приб}_N} - \sum \beta \ln \frac{\text{Вып}_s/N - \text{МЗ}_s/N + \text{Приб}_s/N}{\text{Вып}_N - \text{МЗ}_N + \text{Приб}_N}. \quad (3)$$

$$\Delta_\beta \ln \frac{\text{Вып}_s}{\text{Вып}_N} = \alpha + \alpha_1 \Delta_\beta \ln \text{ВРП} + \alpha_2 \Delta_\beta \mathbf{X} + \varepsilon. \quad (4)$$

где  $\alpha$  – оценка коэффициента корреляции,  $\beta$  – взвешивающая индекс Тейла доля,  $\Delta$  – скорректированная разница доли на величину индекса потребительских цен в регионе;  $\mathbf{X}$  – вектор контрольных переменных,  $\varepsilon$  – ошибка.

Представленная декомпозиция индекса (2) позволит оценить параметры регрессии методом наименьших квадратов по спецификации (4) для анализа основных характеристик регионального роста. Таким образом, в основе декомпозиции заложена возможность автоматизированного мониторинга без дополнительного ввода данных, так как обеспечивает входящей информацией составные компоненты в рамках отдельного учета для дальнейшего их агрегирования.

## 1.2. Информационная система при применении концептуального подхода

Предлагаемый подход развивает методику автоматизированного мониторинга. Для получения информационной системы регионального развития предлагается разделить информационные потоки и их источники на условные две основные группы в соответствии с иерархическим признаком их образования:

- первый уровень – массив данных формируется предприятиями промышленных секторов в форме первичных источников информационных потоков;
- второй уровень – на базе цифровой информационно-коммуникационной инфраструктуры обеспечивает структурирование и первичную обработку данных, собираемых цифровой платформой с помощью модельного алгоритма.

Таким образом, рассматриваемый метод в системе мониторинга за счёт многоплатформенного характера обеспечит обнаружение неявных закономерностей между доступными потоками информации. Имеющиеся ограничения связаны с тем, что для каждого отдельного предприятия не существует универсальной системы управленческого учета. В связи с этим интегрированные в корпоративную структуру и бизнес-процессы предприятий системы ERP настраиваются индивидуально, но общий выход структурированного и обработанного массива информации калибруется в зависимости от критериев, определяемых контуром инвестиционного и стратегического масштабирования [25].

Более приоритетными интеграторами в условиях цифровой трансформации в рамках государственных адресных программ поддержки реального сектора экономики выступают разнообразные ГИС, что придает их структуре универсальность за счёт интеграционных процессов. В основном это связано со следующими обстоятельствами:

- перекрестное использование показателей в различных формах отраслевой отчетности, а также в заявках на получение государственной поддержки;
- предоставление юридически значимой отраслевой отчетности через личный кабинет предприятия, дальнейшее автоматизированное ведение и проверка;
- однократное внесение и проверка основных показателей предприятия, исключение повторов;
- оперативный и гибкий учет изменений нормативной базы в отраслевой отчетности;
- актуальность и согласованность всех сведений, составляющих отраслевую отчетность;
- автоматический режим расчета размеров предоставления государственной поддержки;
- интеграция с ГИИС «Электронный бюджет» (Государственной интегрированной информационной системой управления общественными финансами «Электронный бюджет») в части получения сведений и отправки подробных сведений о структуре исполнения каждого соглашения о государственной поддержке;
- использование в функциональных системах регулирования и контроля цифровых маркеров, которые накапливаются в облачных семантических ядрах для ERP-оптимизации.

Предлагаемая структура информационной системы крупномасштабного мониторинга характеристик развития региональной экономики визуализирована на рисунке 1. В перспективе при эффективном внедрении данного подхода у региональных ГИС появится возможность наиболее полной интеграции с ГИИС «Электронный бюджет» и созданием цифровой модели отрасли.

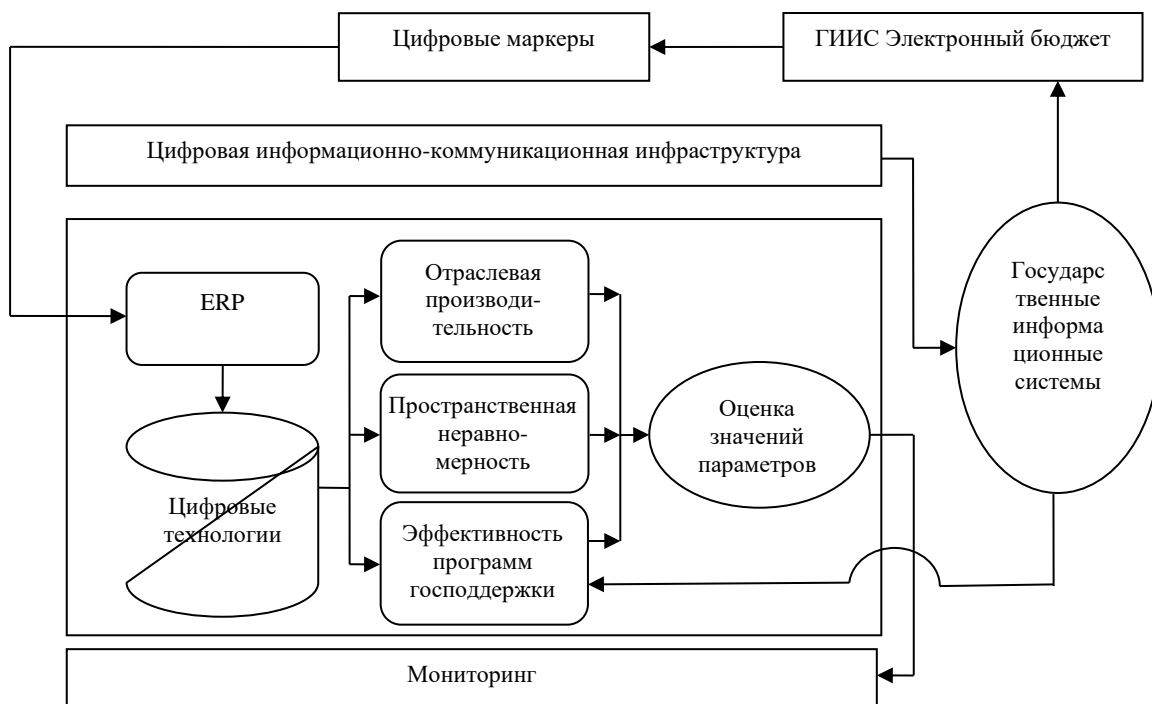


Рис. 1. Информационная система крупномасштабного мониторинга отраслевого регионального развития с применением предлагаемого подхода

Реализация предлагаемой структуры цифрового мониторинга хорошо прослеживается роль интеграции с государственными информационными системами через цифровые маркеры и информационно-коммуникационную структуру за счёт усиления функциональных связей при формировании отраслевой добавленной стоимости. Таким образом, предлагаемая информационная система, в рамках рассматриваемого подхода может быть применена в модели системы мониторинга региональной экономики и предложенный метод может быть адаптирован к различным исследовательским задачам регионального уровня.

## 2. Особенности применения модели системы мониторинга проблем развития региональной экономики

Так как предлагаемый подход организации информационных потоков формализован за счет внедрения модельных алгоритмов отраслевых классификаций и оптимизации траектории их движения, обобщающие модели мониторинга имеют прикладной аспект для информационных систем. Рассматриваемый подход имеет практическое применение при внедрении инструментально-аналитических методов совершенствования мониторинга крупномасштабных систем, в том числе для решения задач отраслевого и пространственного развития в сложных условиях функционирования реального сектора нашей страны.

Изложенные теоретические и методические основы позволяют применить предлагаемый концептуальный подход в динамической модели причинно-следственной схемы оценки связей экономических показателей, предложенной в [26]. Для регионального уровня разработана схема моделирования потока мониторинговой информации (рисунок 2). Один из показателей эффективности такой системы мониторинга заключается в комплексном анализе и возможности факторного разложения индикаторов вследствие применения автоматизированного учета данных с учетом интеграции региональных и ведомственных ГИС с ГИИС «Электронный бюджет». Имеется и дополнительное преимущество – непосредственный доступ цифрового блока обработки ГИС к данным первого уровня, что способствует повышению качества поддерживающей мониторинг инфраструктуры [27]. С каждым предприятием отрасли государственными органами власти заключается соглашение в ГИИС «Электронный бюджет», в котором могут быть предусмотрены не только показатели осуществляемого мониторинга, но и способ передачи данных в цифровой информационный контур. А второй уровень позволяет нивелировать ограничения существующей коммуникационной стратегии за счёт унификации сетевого коммутационного взаимодействия на интеграционном уровне в форме государственно-частного партнерства, консорциума, а также сетевых,

кластерных и иных кооперационных структур [28]. Ещё одним направлением предлагаемой методики является распространение двухуровневой системы государственной поддержки, выполняющей выравнивающую функцию при реализации адресных инвестиционных программ [2]. Мониторинговая модель в условиях усиливающейся межрегиональной дифференциации позволяет сконцентрировать федеральные ресурсы на более приоритетных направлениях с эффективным функционированием институтов экономического роста в условиях трансформации промышленного развития страны [5].

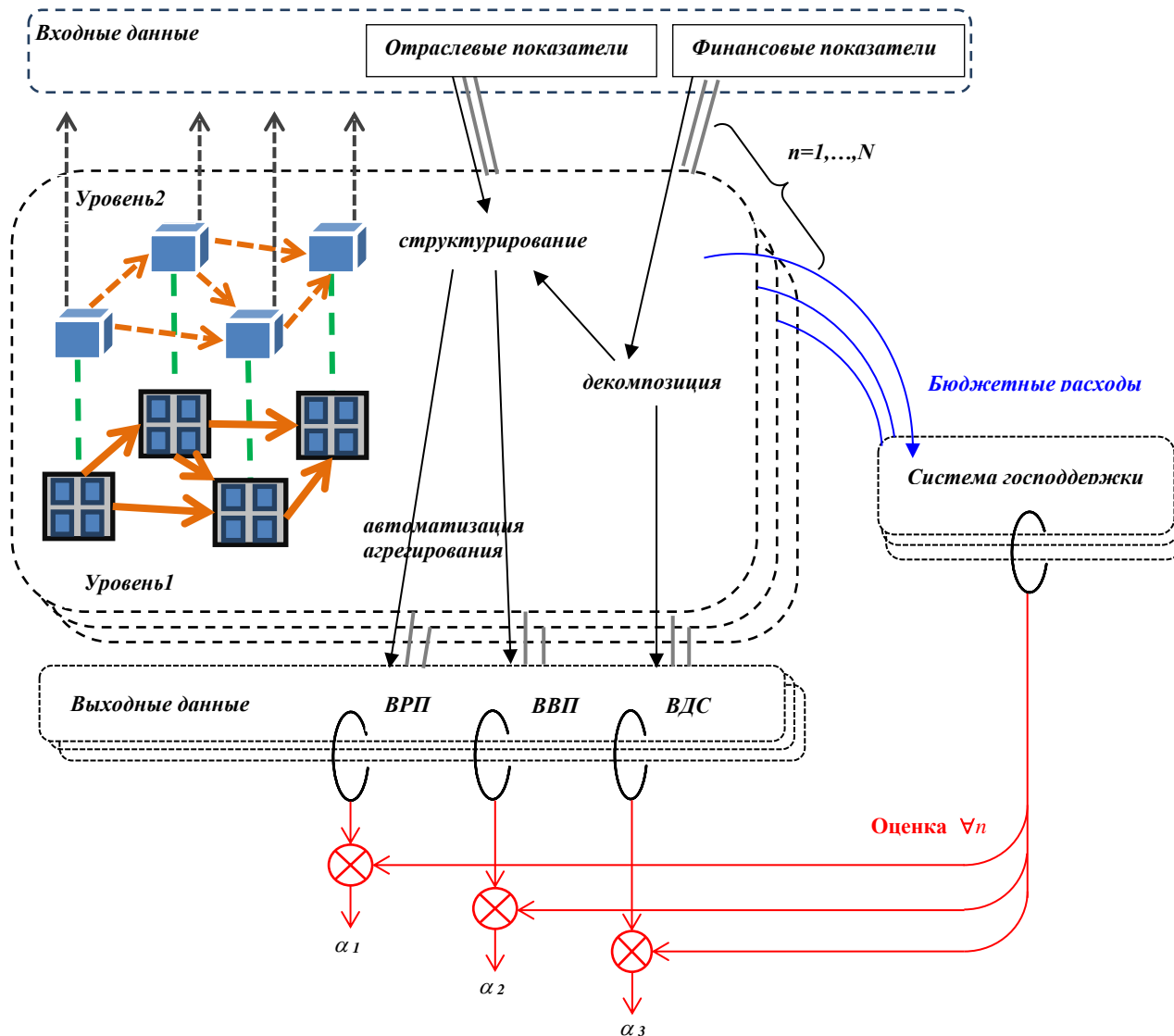


Рис. 2. Схематичный вид динамической причинно-следственной схемы оценки связей по рассматриваемой концепции, где на уровне 1 – предприятия секторов и производственная инфраструктура, на уровне 2 – цифровая информационно-коммуникационная инфраструктура

Представленная логика причинно-следственной схемы оценки связей показателей регионального развития и функционирования отраслей по рассматриваемой концепции позволяет наглядно увидеть, что декомпозиция предоставляет возможности для автоматизированного мониторинга без дополнительного ввода данных и сравнительно небольших затратах на реализацию, а в рамках регулируемой системы государственной поддержки учитываются новые каналы поступления и обработки информационных потоков.

### 3. Заключение

В рамках цифровой трансформации реального сектора экономики постоянно растет массив обрабатываемой информации, происходит поступление потоков по новым каналам, требующих соответствующей систематизации и анализа, чтобы максимально повысить производительность управляющей системы и удовлетворить потребности её пользователей. В рамках настоящего

исследования предложен концептуальный подход к развитию методики для автоматизации мониторинга развития региональной экономики. В основе подхода лежит применение декомпозиции входящей информации по новым коммуникационным каналам в рамках развития системы государственной поддержки приоритетных отраслей. На базе подхода реализовано модельное обеспечение причинно-следственной схемы оценки связей экономических показателей регионального развития. Полученные результаты исследования могут быть использованы в качестве инструмента обоснования поддержки отраслевого развития для достижения регионами стабильного сбалансированного экономического роста, в том числе за счёт инвестиций. Оценка пространственной дифференциации отраслевого развития приоритетных секторов экономики с позиции специфики регионального роста необходимы для реализации современных управленческих технологий. Методология предлагаемого подхода направлена на совершенствование уровня качества получаемой информации, что повышает её ценность и достоверность, а также способствует более производительному процессу её обработки, так как отсутствие такой информации снижает эффективность коммуникационной инфраструктуры, что не способствует сбалансированному экономическому росту. Вклад концептуальной схемы в совокупность знаний расширяет возможности для понимания практики методов интеллектуального анализа данных мониторинга в условиях развития сложных крупномасштабных систем.

## Литература

1. Цвиркун А.Д. Проблемы управления развитием крупномасштабных систем в современных условиях // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2023): труды Шестнадцатой междунар. конф. – М.: ИПУ РАН, 2023. – С. 26–35.
2. *Vakaykina A.V.* Determinants of SME support participation in the Russian two-tier system // Journal of the New Economic Association. – 2024. – N 1. – P. 75–100.
3. *Краснова Т.Г.* Региональная экономика: пространственно-интеграционный аспект / Т.Г. Краснова, А.С. Костарев, Т.Н. Плотникова [и др.]. – Абакан: Хакассский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2022. – 156 с.
4. *Chatzoglou P., Chatzoudes D.* Factors affecting e-business adoption in SMEs: an empirical research // J. Enterp. Inf. Manag. – 2016. – N 3. – P. 327–358.
5. *Самаруха В.И.* К вопросу о необходимости усиления роли государства в условиях новой геополитической реальности с целью обеспечения национальной безопасности // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2023. N 9. – С. 1533–1545.
6. *Сухарев О.С.* Оценка институтов регионального развития и эффективности исполнительной власти субъектов Российской Федерации // Федерализм. 2021. N 2(102). – С. 43–64.
7. *Демидова О.А., Каяшева Е.В., Демьяненко А.В.* Государственные расходы на здравоохранение и экономический рост в России: региональный аспект // Пространственная экономика. 2021. N 1. – С. 97–122.
8. *Горидько Н.П.* Определение стратегических ориентиров экономического развития региона на основании регрессионного анализа созданного и распределенного ВРП // Экономический вестник ИПУ РАН. 2021. N 3. – С. 3–19.
9. *Castro V.* Functional components of public expenditure, fiscal consolidations, and economic activity // Economics & Politics. – 2017. – N 30(1). – P. 124–150.
10. *Горидько Н.П., Нижегородцев Р.М.* Точки роста региональной экономики и регрессионная оценка отраслевых инвестиционных мультипликаторов // Экономика региона. 2018. N 1. – С. 29–42.
11. *Berk N., Biçen S.* Causality between the construction sector and GDP growth in emerging countries: the case of Turkey // 10th Annual International Conference on Mediterranean Studies. – 2017. – P. 10–13.
12. *Chen W.T. et al.* Comparison of the Technical Efficiency of Construction Industries—A Case Study of Taiwan and Mainland China // Sustainability. – 2023. – N 2, 941. – P. 1–23.
13. *Xiaohong W., Miaomiao B.* Empirical study on the correlation between moderate government expenditure scale and inclusive growth // ICSSSM11. – IEEE, 2011. – P. 1–4.
14. *Guo L., Zhang H. B.* The analysis of affecting GDP growth factors based on EViews econometric model // 2013 10th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP). – IEEE, 2013. – P. 222–225.
15. *Kneller R., Bleaney M. F., Gemmell N.* Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries // Journal of public economics. – 1999. – N 2. – С. 171–190.
16. *Niu D., Sun W., Zheng S.* The role of informal housing in lowering China's urbanization costs // Regional Science and Urban Economics. – 2021. – N 91. – P. 103638.
17. *Moreno-Enguix M.D.R., Lorente Bayona L.V.* Factors affecting public expenditure efficiency in developed countries // Politics & Policy. – 2017. – N 1. – P. 105–143.
18. *Трегуб И.В., Иако М.Д.* Эконометрический анализ эффективности государственных мер финансового стимулирования развития региона // Финансы: теория и практика. 2022. N 3. – С. 129–145.

19. *Bose N., Haque M.E., Osborn D.R.* Public expenditure and economic growth: A disaggregated analysis for developing countries // *The Manchester School*. – 2007. – N 5. – С. 533–556.
20. *Afonso A., Alegre J.G.* Economic growth and budgetary components: a panel assessment for the EU // *Empirical Economics*. – 2011. – N 41. – P. 703–723.
21. *Селиверстов С.И., Кузьмин П.И., Селиверстова Т.П.* Применение математического моделирования при анализе социально-экономического развития отраслей региона // *Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров*. – 2017. – №. 4. – С. 246-251.
22. *Дранко О.И., Окладников С.М., Благодарный Е.В.* Управление региональным развитием с использованием двухуровневой модели "отрасль - предприятие" // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2022. N 3. – С. 93–105.
23. *Родионова О.А., Борхунов Н.А., Гришкина С.Н.* Валовая добавленная стоимость в системе показателей оценки воспроизводства и эффективности сельского хозяйства // *Экономика сельского хозяйства России*. 2010. N 12. – С. 71–77.
24. *Гнидченко А.А.* Декомпозиция индекса Тейла как инструмент анализа структурной трансформации экспорта // *Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении: материалы второй конф. ИНИП РАН и ИЭОПП СО РАН по межотраслевому и региональному анализу и прогнозированию, Новосибирск, 23–24 марта 2020 года. Том 2.* – Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2020. – С. 101–107.
25. *Selyutin A.D., Kushnikov V.A., Bogomolov A.S., Rezhnikov A.F., Ivashchenko V.A., Berdnova E.V., Pakhomova T.V., Dranko O.I., Stepanovskaya I.A., Kositzyn A.A., & Dnekeshev A.A.* Neural Network Development for Quality Analysis of ERP Systems // *Proc. of the Computational Methods in Systems and Software*. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 245–253.
26. *Цвиркун А.Д., Дранко О.И., Резчиков А.Ф., Степановская И.А., Кушников В.А., Богомолов А.С.* Концепция построения структуры моделирующего комплекса для управления функционированием и развитием водородной энергетики // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021): труды Четырнадцатой междунар. конф.* – М.: ИПУ РАН, 2021. – С. 35–42.
27. *Цыганов В.В.* Комплекс моделей и платформа стратегического управления транспортной инфраструктурой // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2023): труды Шестнадцатой междунар. конф.* – М.: ИПУ РАН, 2023. – С. 126–137.
28. *Yurkevich E.V., Stepanovskaya I.A., Kryukova L.N.* Mechanisms of information support for the digital transformation of space complexes based on the concept of socio-cyber-physical self-organization // *Proc. of the Fifth International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry"(ITI'21)*. – Springer International Publishing, 2022. – P. 629–637.