

УДК 332.14

*Регион: экономика и социология, 2023, № 4 (120), с. 3–26*

**С.А. Суспицын**

## **ЦИКЛИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ РЕГИОНОВ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ЦЕНТРА И БИЗНЕС-СТРУКТУР**

*В статье предложен ряд многофакторных циклических моделей: для формирования вариантов макроэкономических параметров на уровне страны в целом; для трансляции макроэкономических параметров на уровень макророн и регионов; для определения динамики и структуры ключевых показателей развития регионов (ВРП, инвестиции, денежные доходы населения и др.) в их взаимосвязях. Методологической основой для их построения послужили приемы когнитивного моделирования в сочетании с моделями тройной спирали. Предложена комплексная методика совместного использования этих моделей, направленная на обоснование приемлемых компромиссов в формировании ключевых параметров макроэкономического сценария и распределении результатов экономической деятельности между регионами в соответствии с его установками.*

*Исследована когнитивная модель циклических взаимодействий в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры», позволяющая изучать отношения ее участников в системе прямых и обратных связей. Предложены схемы сводной оценки вклада каждого участника в общий поток трансакций между ними. Построены алгоритмы корректирования входных и выходных трансакций акторов в направлении сближения сводных оценок их активности. Результаты экспериментальных расчетов по модели подтверждают обоснованность отдельных предложений экспертного сообщества о желаемых изменениях в отношениях между регионами, федеральным центром и бизнес-структурами.*

**Ключевые слова:** пространственные системы; регионы; экономика федерализма; модели тройной спирали; когнитивные модели

**Для цитирования:** *Суспицын С.А.* Циклические модели экономических отношений регионов, федерального центра и бизнес-структур // Регион: экономика и социология. – 2023. – № 4 (120). – С. 3–26. DOI: 10.15372/REG20230401.

В последние десятилетия предложен ряд новых теоретических подходов к экономическому анализу и моделированию развития стран и регионов и соответствующие модельные конструкции. Одни из них основаны на идеях когнитивных моделей эволюционного развития, другие описывают циклические взаимодействия факторов экономического роста (многофакторные модели спирали), третьи представляют собой развитие подходов новой экономической географии. Их основные отличия от классических и неоклассических теорий и моделей экономического развития состоят в ослаблении априорной заданности характера изучаемых процессов и предположений о существовании экзогенных экстерналий. Объективность этого этапа исследований обусловлена многоаспектностью экономических процессов, их взаимосвязанностью, невозможностью вычленения и детального анализа отдельных явлений без потери адекватности теоретической модели ее исходному прообразу.

Предлагаемые в статье модели и процедуры не только укладываются в эти направления, но и развивают некоторые из них, опираясь на существующую статистику, реалии социально-экономических отношений в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры» и стратегические задачи их развития.

## **МОДЕЛИ ТРОЙНОЙ СПИРАЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

**Базовые модели тройной спирали.** В традициях экономической теории конца прошлого века было принято считать основными факторами экономического развития рыночную конкуренцию и инсти-

туциональный контроль. Рыночная конкуренция способствует реализации потенциала саморазвития экономических агентов, институциональный контроль влияет на темпы и структуру экономического роста. С добавлением к этим факторам такого вида деятельности, как «организованное производство знаний», оформилась идея тройной спирали, которая в работе [7] была представлена в виде базовой модели тройной спирали (ТН Model) для описания взаимодействия в системе «университет – индустрия – правительство». Позднее области применения модели тройной спирали постоянно расширялись. В круг основных факторов вошли инновации [12], модели этого типа распространились на региональный уровень [9; 10], были разработаны модели с большим числом факторов в рассматриваемых спиралях. Например, опубликована пятерная инновационная модель спирали, которая предлагалась для рассмотрения устойчивого развития добычи нефти и газа на шельфе Арктической зоны России [6].

Модели тройной спирали зачастую предполагают латентный характер циклического взаимодействия факторов развития. Это затрудняет изучение их взаимозависимости, выявление численных характеристик связи таких факторов.

**Модель тройной спирали «ВРП – инвестиции – основные фонды».** В работе [2] изучена модель циклической зависимости «добавленная стоимость – инвестиции – основные фонды – добавленная стоимость» с построением алгоритмов оценки динамики этих факторов и анализом результатов расчетов. Ее образует композиция подмоделей дуальных связок: «добавленная стоимость – инвестиции», «инвестиции – основные фонды», «основные фонды – добавленная стоимость». Внутреннее устройство подмоделей позволяет сколько угодно подробно в содержательном аспекте, включая институциональные условия, описывать связи «крайних» показателей. Но в конечном счете каждая из них представима операторным уравнением связи пары внешних показателей, а суперпозиция таких операторов приводит к поиску общего решения как неподвижной точки обобщающего оператора связи показателей системы в целом. Модель предназначена для формирования вариантов макроэкономических параметров на уровне страны в целом.

**Модель тройной спирали развития регионов в многорегиональной системе.** Такую модель можно построить на ключевых показателях развития регионов России (ВРП, инвестиции в основной капитал, доходы домашних хозяйств), при этом концентрируя внимание на циклических проявлениях взаимного влияния таких показателей. Предлагаемый вариант модели основан на следующих гипотезах:

- 1) регионы, находящиеся на разных уровнях развития, характеризуются различиями в производительности используемых факторов;
- 2) региональная политика центрального правительства направлена на создание условий для преодоления отставания регионов в экономическом развитии;
- 3) локальные правительства обобщают лучшие региональные практики, что способствует сокращению такого отставания;
- 4) имеющиеся возможности саморазвития регионов, масштабы и направления регуляторных институциональных воздействий центрального правительства определяют вариант и динамику ключевых показателей развития регионов. Их конкретное соотношение формируется под влиянием динамики макропоказателей развития многорегиональной системы в целом.

Вычисляемые варианты таких региональных моделей спирали в составе многорегиональной системы представлены в работе [3] имитационными блоками, отражающими циклические взаимосвязи параметров и их динамику.

**Модель региональных спецификаций макроэкономических регуляторных параметров.** Координацию решений циклических моделей национального и регионального уровней можно осуществлять на основе центрально-периферийной модели специального вида. Основанием для ее построения послужил подход «центр – периферия», акцентирующий внимание на взаимодействии развитых и отсталых страновых экономик, богатых и бедных регионов, ресурсных и обрабатывающих секторов экономики и т.п. [5; 8; 11; 13]. Опираясь на работы, реализующие этот подход, можно пойти дальше и построить модель, в которой взаимодействие между ее центральной

и периферийными подсистемами будет происходить не в виде обмена товарами и услугами, а в виде сигналов регуляторного воздействия на возможное развитие, т.е. будет проявляться в параметрах прямого и косвенного контроля и стимулирования экономической деятельности (производительность труда, капиталоемкость производства, доходы домохозяйств и т.п.). При этом центральная подсистема может предлагать желаемые значения таких параметров, а локальный уровень – их воспринимать в виде возможных изменений направлений и масштабов деятельности или обратной реакции о невозможности их осуществления. В последнем случае возникает контур отрицательной обратной связи, ведущей к необходимости корректирования прямых воздействий центра.

Частный случай такой модели реализован в работе [4] в виде методики региональной спецификации основных параметров макроэкономического сценария социально-экономического развития РФ. Методика позволяет находить региональные оценки ключевых параметров как итог приемлемого компромисса между начальными состояниями регионов и заданными сводными финальными результатами. А сам компромисс в каждом случае может задаваться институциональными условиями, определяющими сравнительную значимость краевых ограничений при выборе согласованных решений. В саморазвивающихся территориальных системах выбор компромиссных решений смещается к большей роли достигнутых состояний экономики, в нормативных экономиках (и их крайних формах типа «мобилизационных») значимость целевых сводных параметров может неограниченно возрастать.

**Комплексная методика согласованных расчетов.** Вычислимый вариант построения скоординированных национальных и региональных решений реализован в виде комплексной методики, объединяющей модификации описанных выше методических схем и моделей:

- модели тройной спирали циклического взаимодействия «добавленная стоимость – инвестиции – основные фонды – добавленная стоимость». Она предназначена для формирования ва-

риантов макроэкономических параметров на уровне страны в целом;

- варианта центр-периферийной модели, обеспечивающей трансляцию макроэкономических параметров на уровень макророзон РФ и регионов;
- циклических региональных моделей, определяющих динамику ключевых параметров (ВРП, инвестиции, денежные доходы населения и др.) в их взаимосвязях. Модели содержат процедуры оптимизации структуры использования добавленной стоимости в регионах на инвестиции, денежные доходы населения и прочие расходы.

Согласованный вариант расчетов формируется на достаточно широком поле компромиссов в распределении результатов экономической деятельности между регионами и видами экономической деятельности в них. Их итоги проявляются

- в скоординированной динамике результирующих показателей развития страны, ее макророзон и регионов;
- в компромиссных соотношениях, определяемых достигнутыми состояниями регионов на старте и финальными сводными целевыми макропоказателями на конец расчетного периода;
- в определенном балансе потенциала саморазвития регионов и воздействия целевых установок верхнего уровня, детерминированного институциональными условиями.

Фрагменты приведенных в работе [2] расчетов представлены ниже. Свертка душевых индикаторов ВРП, инвестиций, доходов населения и условно чистых доходов региона в сводный индекс дает общие представления об экономической активности в регионах (табл. 1). Умеренные изменения сводных оценок в 2020–2030 гг. позволяют охарактеризовать предлагаемый сценарий расчетов как умеренно оптимистический. Азиатская зона страны развивается в этом варианте несколько быстрее европейской.

На динамику развития восточных районов РФ влияют разные стартовые условия и разный потенциал развития (табл. 2). Более

Таблица 1

**Сводные оценки экономической активности по макрорегионам РФ, %**

| Макрорегион         | 2020  | 2025  | 2030  |
|---------------------|-------|-------|-------|
| Европейская зона РФ | 87,0  | 86,4  | 86,1  |
| Азиатская зона РФ   | 138,2 | 139,7 | 140,3 |
| Тюменская обл.      | 238,6 | 236,7 | 232,4 |
| Сибирский ФО        | 98,9  | 100,3 | 101,5 |
| Дальневосточный ФО  | 104,6 | 109,5 | 114,9 |

Источник: [2, табл. 6].

Таблица 2

**Среднегодовые приросты ВРП, инвестиций и денежных доходов населения  
в макрорегионах азиатской макрзоны РФ, %**

| Макрорегион        | ВРП           |               | Инвестиции    |               | Денежные доходы населения |               |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
|                    | 2021–<br>2025 | 2026–<br>2030 | 2021–<br>2025 | 2026–<br>2030 | 2021–<br>2025             | 2026–<br>2030 |
| РФ                 | 1,8           | 2,8           | 4,4           | 5,3           | 1,5                       | 2,2           |
| Тюменская обл.     | 1,7           | 2,6           | 3,8           | 4,7           | 1,3                       | 1,9           |
| Сибирский ФО       | 1,8           | 2,8           | 4,5           | 5,4           | 1,5                       | 2,1           |
| Дальневосточный ФО | 3,0           | 4,0           | 5,4           | 6,2           | 2,6                       | 3,2           |

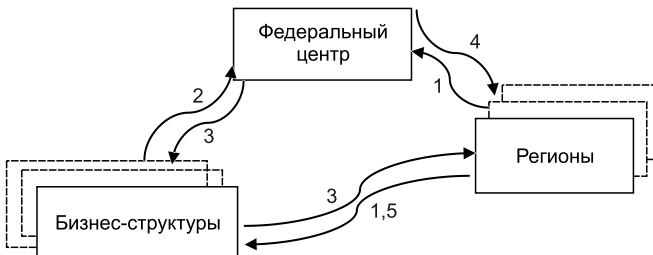
Источник: [2, табл. 7–9].

скромная динамика роста экономики Тюменской области определяется гипертрофированным «эффектом массы» с зашкаливающей «ценой» каждого дополнительного процента ее роста. Динамика развития сибирских регионов в целом близка к динамике развития страны в целом. И лишь на Дальнем Востоке отмечаются более заметные проявления ускоренного развития.

## КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ «РЕГИОНЫ – ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР – БИЗНЕС-СТРУКТУРЫ»

Со времен А. Смита и К. Маркса категории «труд» и «капитал» являются главными атрибутами теорий экономического развития. За прошедшие столетия стала более разнообразной терминология, развивался понятийный аппарат, изменился методический инструментарий, создавались теории, продвигающие наследие классиков. Модель тройной спирали в процессы воспроизводства труда и капитала включает в качестве равноправных участников институты, регулирующие и стимулирующие экономическое развитие. Применительно к национальной экономике федеративного типа обсуждаемый ниже вариант такой модели акцентирует внимание на взаимодействии трех ее участников: федерального центра, регионов и бизнес-структур. Если сказать по-простому, то в развитии экономики бизнес отвечает за расширенное воспроизводство индустриального капитала, регионы – за расширенное воспроизводство человеческого капитала. Федеральный центр, помогая обоим, старается поддерживать определенный баланс между ними, обеспечивая свои имманентные интересы.

Логику взаимодействия этих участников наглядно демонстрирует ориентированный граф, вершинами которого являются сами акторы, а дуги описывают направления и интенсивность их воздействия друг на друга (см. рисунок).



Граф связности системы «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры»

Взаимодействие между партнерами осуществляется в виде разнообразных трансакций, включающих информационные, финансовые, материальные, вербальные (смысловые) и прочие компоненты, которые зачастую несопоставимы ни по своей природе, ни даже по единицам измерений (рубли, тонны, байты, нормативные документы и проч.). Эти обстоятельства, безусловно, затрудняют поиск обобщающих индикаторов интенсивности и скорости потока трансакций между участниками процесса, сводных оценок их вклада в процессы взаимодействия. Определенные надежды допустимо возлагать на возможности когнитивных моделей, оперирующих в основном логико-смысловыми понятиями и методами решения слабоструктурированных задач.

Очевидно, что в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры» ее участники взаимно зависимы, а с учетом обратных связей могут образовывать замкнутые контуры локальных взаимодействий в парных подсистемах «регионы – федеральный центр», «федеральный центр – бизнес-структуры», «бизнес-структуры – регионы», при этом степень связности в различных звеньях в прямом и обратном направлении может быть разной. Вполне очевидно, что даже оптимально выстроенные экономические отношения в таких подсистемах еще не обеспечивают эффективности системы в целом.

Будем в дальнейшем считать известными относительные оценки прямых и обратных трансакций акторов, с использованием которых можно построить матрицу связности. Значения этих оценок заданы в табл. 3.

*Таблица 3*

**Матрица связности системы трех акторов**

|                   | Федеральный центр | Регионы | Бизнес-структуры |
|-------------------|-------------------|---------|------------------|
| Федеральный центр | 0                 | 4       | 3                |
| Регионы           | 1                 | 0       | 1,5              |
| Бизнес-структуры  | 2                 | 3       | 0                |

Частные оценки табл. 3 на качественном уровне отражают сложившийся в РФ к 2020 г. уровень взаимодействия в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры». За точку отсчета принят уровень влияния регионов на федеральный центр. Оно оценивается как наиболее слабое, влияние экономической активности бизнес-структур для федерального центра более значимо. Но вместе с тем воздействие регионов на активность бизнеса проявляется более заметно в сравнении с влиянием на федеральный центр – хотя бы потому, что для этого у регионов больше реальных возможностей. Для самих же регионов воздействия обоих партнеров наиболее важны, но с большим проявлением влияния федерального центра.

Конкретные значения элементов матрицы связности определены экспертно на основе шкалы табл. 4, задающей калибровку порядковых сравнений интенсивности связей взаимодействующих акторов (примером послужила шкала суждений, предложенная в работе [1]).

Таблица 4

**Калибровка возможных значений компонентов матрицы связности**

| Значения   | Определения                                         | Объяснения                                                                                 |
|------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0          | Отсутствие связи                                    | Отсутствие связи между акторами                                                            |
| 2          | Умеренное влияние актора на партнера                | Опыт и суждения дают основания оценить воздействие актора на партнера как легкое           |
| 4          | Существенное или сильное влияние актора на партнера | Опыт и суждения дают основания оценить воздействие актора на партнера как сильное          |
| 6          | Значительное влияние актора на партнера             | Опыт и суждения дают основания оценить воздействие актора на партнера как значимо сильное  |
| 8          | Очень сильное влияние актора на партнера            | Опыт и суждения дают основания оценить воздействие актора на партнера как наиболее сильное |
| 1, 3, 5, 7 | Промежуточные оценки между двумя соседними уровнями | Применяются в компромиссном случае                                                         |

На данных табл. 3 можно продемонстрировать два способа получения сводных оценок взаимодействующих акторов.

*Способ 1* основан на двойственной роли любого актора в процессах взаимодействия. С одной стороны, актор выступает как индуктор воздействий на других акторов, с другой – он является реципиентом (получателем) таких воздействий от других акторов. По таблице 3 легко рассчитать сводные оценки акторов (табл. 5). Видно, что оценка актора как индуктора получена суммированием в табл. 3 элементов соответствующей строки, а оценка актора как реципиента получается как сумма элементов соответствующего столбца. Возможно использование весовых коэффициентов при подсчете таких сумм. Последний столбец табл. 5 сальдирует эти оценки и отражает чистые вклады акторов в процессы их взаимодействия.

По данным табл. 5 можно определить место каждого актора в системе. Федеральный центр, активно влияя на функционирование других акторов, явно недополучает сопоставимой этому отдачи от партнеров. Бизнес находится в ситуации, близкой к балансу, регионам же явно недостает возможностей более активно влиять на партнеров.

Заметим, что подсчитанные по типу показателя «товарооборот между странами» (как общей суммы экспортных и импортных операций) суммарные транзакции у акторов мало различаются. Как следует из табл. 5, они составляют: для федерального центра –  $10 = 7 + 3$ , для регионов –  $9,5 = 2,5 + 7$ , для бизнес-структур –  $9,5 = 5 + 4,5$ . И с этих позиций акторы мало различаются между собой, а общий поток транзакций в системе распределен между ними почти равномерно. Возникает соблазн такое распределение транзакционной ак-

Таблица 5

**Сводные оценки акторов**

|                   | Как индуктора | Как реципиента | Сальдо оценок |
|-------------------|---------------|----------------|---------------|
| Федеральный центр | 7             | 3              | 4             |
| Регионы           | 2,5           | 7              | -4,5          |
| Бизнес-структуры  | 5             | 4,5            | 0,5           |

тивности в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры» признать квазиравновесным, да еще и устойчивым, поскольку высокоагрегатные оценки матрицы связности табл. 3, обобщающие ситуацию 2020 г., мало чем отличаются от их аналогов, построенных для прошлых лет.

*Способ 2.* Интегральные оценки положения акторов в системе можно получить также, адаптировав к данной задаче метод анализа иерархий (МАИ), предложенный в работе [1] для анализа слабоструктурированных задач. В исходной постановке МАИ отношения между элементами определяются на принципах доминирования одних элементов над другими. Таблица связности элементов образует в МАИ кососимметрическую матрицу отношений элементов задачи<sup>1</sup>. Метод позволяет рассчитывать индекс согласованности построенных матриц отношений в системе, сигнализирующий о степени нарушения численной и порядковой согласованности и о необходимости уточнений условий задачи. Экспериментально установлены пороговые значения отношения согласованности (нарушения его до 10%), сохраняющие правомерность исходных условий задачи. Специальные алгоритмы позволяют определять значимость отдельных элементов в системе, расставив их по компонентам расчетного вектора приоритетов. Технически такой вектор пропорционален собственному вектору матрицы связности задачи, отвечающему максимальному собственному значению этой матрицы.

**Особенности модифицированной схемы МАИ.** В нашем случае исходная матрица связности акторов (см. табл. 3) принадлежит к более общему классу матриц ввиду возможности рассмотрения и обратных связей, не кососимметричных прямым, что вызывает дополнительные трудности использования МАИ. Предложенная схема их преодоления позволила рассчитать системные оценки приоритетности акторов для рассмотренного случая.

*Модифицированная схема МАИ, основанная на использовании относительных оценок выходных транзакций акторов.* Ее итоги представлены в табл. 6, построенной на данных табл. 3.

---

<sup>1</sup> В такой матрице ее элементы  $a_{ij}$  и  $a_{ji}$  связаны соотношением  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ .

Таблица 6

**Схема МАИ на относительных эффектах влияния акторов**

|                   | Федеральный центр | Регионы | Бизнес-структуры | Интегральные оценки акторов |
|-------------------|-------------------|---------|------------------|-----------------------------|
| Федеральный центр | 1                 | 4       | 1,5              | 53,2                        |
| Регионы           | 0,25              | 1       | 0,5              | 14,6                        |
| Бизнес-структуры  | 0,67              | 2       | 1                | 32,2                        |

Для построения модифицированной матрицы связности используются оценки относительных эффектов взаимодействия акторов в системе из трех элементов, рассчитанные в парных связках акторов по правилу отношения оценки актора как индуктора к его оценке как реципиента. Так, в паре «федеральный центр – регионы» федеральный центр как индуктор влияния на партнера имеет оценку 4, а как реципиент – 1, и относительный эффект равен  $4 = 4/1$ . В паре «федеральный центр – бизнес-структуры» отношения другие:  $1,5 = 3/2$ . Наконец, для пары «бизнес-структуры – регионы» относительный эффект составляет  $2 = 3/1,5$ . Остальные элементы матрицы связности схемы МАИ находятся из условий ее кососимметричности. Матрица в целом имеет высокий уровень согласованности своих элементов (его нарушение оценивается в пределах 1%). Согласно расчетам (см. табл. 6) интегральный вес федерального центра в системе из трех рассмотренных акторов составляет более 50%, бизнес-структур – около трети, на долю актора «регионы» приходится около 15% генерируемых системой трансакций.

*Интегральные оценки трансакций акторов, полученные на показателях ключевых трансакций в традиционной схеме МАИ.* По данным исходной матрицы связности акторов (см. табл. 3) можно построить матрицу связности схемы МАИ, опираясь только на оценки ключевых выходных трансакций «федеральный центр – регионы» (значение 4), «бизнес-структуры – регионы» (3), «федеральный центр – бизнес-структуры» (3) и их кососимметричных «смежников». В предположении адекватной реакции реципиентов выходных трансакций, имея кососимметричный характер матрицы смежности МАИ, можно

Таблица 7

**Матрица связности, построенная на ключевых локальных транзакциях,  
в традиционной схеме МАИ**

|                   | Федеральный центр | Регионы | Бизнес-структуры | Интегральные оценки акторов |
|-------------------|-------------------|---------|------------------|-----------------------------|
| Федеральный центр | 1                 | 4       | 3                | 61,4                        |
| Регионы           | 0,25              | 1       | 0,33             | 11,7                        |
| Бизнес-структуры  | 0,33              | 3       | 1                | 26,9                        |

по ней рассчитать интегральные оценки акторов (табл. 7). Согласованность матрицы высокая (отклонения от теоретического уровня более чем допустимы – 6,3%), а оценки транзакционной активности акторов в сравнении с предыдущим вариантом расчетов (см. табл. 6), сохраняя общий порядок, смещены в сторону федерального центра. Результат вполне ожидаемый, поскольку оценки обратной реакции реципиентов в парах подчинены ключевым оценкам индукторов выходных транзакций.

Особенность прямого использования традиционной схемы МАИ состоит в том, что в ней оценки выбранных ключевых параметров однозначно задают кососимметричные им остальные параметры матрицы связности, что заставляет иначе интерпретировать сами обратные связи в двухуровневых связках взаимодействующих акторов, а это не всегда правомерно. В исходной матрице связности (см. табл. 3) прямые и обратные связи между акторами различаются и не отвечают правилу кососимметричности ее элементов.

Другая особенность состоит в том, что, в отличие от традиционной схемы МАИ, диагональные элементы матрицы связности не обязательно должны быть равны 1 и могут иметь другую содержательную интерпретацию. А именно в предположении, что такие элементы могут отражать некоторую величину внутренних транзакций акторов для обеспечения собственного функционирования как цельной подсистемы. Такая гипотеза не лишена смысла, поскольку эксперименты показали, что с ростом диагональных элементов в задачах, близких к описанной в табл. 3, индекс согласованности матриц связ-

ности уменьшается вплоть до критических значений. Нарастание внутренних транзакций акторов снижает вес межэлементных связей в общем их «потоке» и ослабляет их скрепляющую роль в системе, размывая устойчивость конфигурации. Технически это проявляется в уменьшении отношения согласованности матрицы связности трех высокоагрегированных акторов.

### **СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ РАВНОВЕСНЫХ МАТРИЦ СВЯЗНОСТИ В СИСТЕМЕ «РЕГИОНЫ – ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР – БИЗНЕС-СТРУКТУРЫ»**

Заслуживает внимания вопрос о возможности равного вклада акторов в общий поток транзакций, а тем самым и об их равной значимости в системе отношений между собой. Простейшая схема выравнивания роли акторов основана на уточнении входных и выходных транзакций в парных связках взаимодействующих акторов: «федеральный центр – бизнес», «бизнес – регионы», «регионы – федеральный центр». В предельном случае матрица связности системы трех акторов может иметь тривиальную структуру (с равными элементами), а сводные вклады акторов окажутся равномерно распределенными между ними (по одной трети общего потока транзакций). В общем виде полезнее рассмотреть более формальную схему анализа.

Пусть  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – локальные транзакции между акторами в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры». Тогда матрица связности трех акторов будет иметь вид, представленный в табл. 8. Нулевые значения диагональных элементов этой таблицы свидетель-

*Таблица 8*

**Матрица связности общей схемы системы трех акторов**

|                   | Федеральный центр | Регионы | Бизнес-структуры |
|-------------------|-------------------|---------|------------------|
| Федеральный центр | 0                 | $a_2$   | $a_3$            |
| Регионы           | $b_1$             | 0       | $b_3$            |
| Бизнес-структуры  | $c_1$             | $c_2$   | 0                |

ствуют о том, что рассматриваются лишь внешние трансакции взаимодействующих акторов.

Пусть  $A = a_2 + a_3 + b_1 + b_3 + c_1 + c_2$  – общий уровень трансакций в системе. Среди всевозможных матриц связности, отвечающих этому уровню взаимодействий в системе, можно выделить так называемые равновесные матрицы. Их может быть также много, но все они обладают следующими свойствами: 1) для каждого актора сводные оценки входных и выходных трансакций равны между собой; 2) сводные оценки трансакций разных акторов одинаковы.

Введение равновесных матриц в анализ отношений в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры» позволяет выделять среди множества возможных «хорошие» состояния. В них все акторы проявляют единый уровень трансакционной активности, тем самым они равноприоритетны в системе сложных взаимосвязей и в этом смысле равноправны.

Зафиксируем общий уровень трансакций в системе  $A$ . Исходя из определения равновесной матрицы связности ее параметры должны удовлетворять системе уравнений

$$\begin{aligned} a_2 + a_3 &= A/3, b_1 + b_3 = A/3, c_1 + c_2 = A/3 \\ b_1 + c_1 &= A/3, a_2 + c_2 = A/3, a_3 + b_3 = A/3 \end{aligned} \quad (1)$$

Система (1) вырождена: имеет пять независимых уравнений и шесть переменных. При экзогенном задании одной из них, например  $a_3 = a$ , остальные переменные находятся однозначно и образуют равновесную матрицу связности, представленную в табл. 9.

В этой матрице любой актор в общем потоке трансакций (и входных, и выходных) имеет равные значения сводных оценок. Таких матриц может быть много ввиду неоднозначности экзогенного параметра  $a$ . Его конкретное значение можно определить из условия максимальной близости равновесной матрицы к исходной матрице связности<sup>2</sup>. Иными словами, параметр  $a$  можно найти из условия

<sup>2</sup> Основанием для такого подхода может служить гипотеза о пропорциональности затрат на переход к равновесному состоянию трех акторов расстоянию между этими матрицами связности.

Таблица 9

**Равновесные матрицы связности системы трех акторов**

|                   | Федеральный центр | Регионы   | Бизнес-структуры |
|-------------------|-------------------|-----------|------------------|
| Федеральный центр | 0                 | $A/3 - a$ | $a$              |
| Регионы           | $a$               | 0         | $A/3 - a$        |
| Бизнес-структуры  | $A/3 - a$         | $a$       | 0                |

$$(A/3 - a - a_2)^2 + (a - a_3)^2 + (a - b_1)^2 + \\ + (A/3 - a - b_3)^2 + (A - a - c_1)^2 + (a - c_2)^2 \quad \min.$$

Минимум этой функции достигается при  $a = (a_3 + b_1 + c_2)/3$ .  
А отвечающая ему равновесная матрица связности трех акторов в терминах матрицы табл. 8 имеет вид табл. 10.

Для экспериментальной матрицы связности акторов в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры», построенной выше для условий рубежа 2020-х годов (см. табл. 3), равновесная матрица, рассчитанная по предложенной схеме, представлена в табл. 11.

Равновесные матрицы связности могут заметно отличаться от их исходных прототипов (см. табл. 3; табл. 11). В более мягкой форме их можно использовать как инструмент (указатель) выбора желаемых изменений сложившихся связей в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры». Так, смещение всего на 10% от исходной

Таблица 10

**Ближайшая равновесная матрица связности системы трех акторов**

|                   | Федеральный центр     | Регионы               | Бизнес-структуры      |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Федеральный центр | 0                     | $(a_2 + b_3 + c_1)/3$ | $(a_3 + b_1 + c_2)/3$ |
| Регионы           | $(a_3 + b_1 + c_2)/3$ | 0                     | $(a_2 + b_3 + c_1)/3$ |
| Бизнес-структуры  | $(a_2 + b_3 + c_1)/3$ | $(a_3 + b_1 + c_2)/3$ | 0                     |

Таблица 11

**Экспериментальная равновесная матрица связности и сводные оценки приоритетов акторов**

|                   | Федеральный центр | Регионы | Бизнес-структуры | Приоритеты акторов, % |
|-------------------|-------------------|---------|------------------|-----------------------|
| Федеральный центр | 0                 | 2,5     | 2,33             | 33,3                  |
| Регионы           | 2,33              | 0       | 2,5              | 33,3                  |
| Бизнес-структуры  | 2,5               | 2,33    | 0                | 33,3                  |

Таблица 12

**Промежуточная матрица связности и сводные оценки приоритетов акторов**

|                   | Федеральный центр | Регионы | Бизнес-структуры | Приоритеты акторов, % |
|-------------------|-------------------|---------|------------------|-----------------------|
| Федеральный центр | 0                 | 3,85    | 2,93             | 42,5                  |
| Регионы           | 1,13              | 0       | 1,60             | 23,1                  |
| Бизнес-структуры  | 2,05              | 2,93    | 0                | 34,4                  |

матрицы связности в сторону равновесной матрицы обобщает вполне реалистичные преобразования в системе (табл. 12). При этом интегральные оценки (приоритеты) транзакционной активности акторов несколько сближаются.

Можно сравнить (табл. 13) локальные оценки транзакций промежуточного варианта с исходным распределением экономической активности в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры» (отношения данных табл. 12 и 3). Как видно из табл. 13, изменения локальных транзакций корреспондируют с популярными предложениями об уменьшении присутствия государства в экономике, о большей самостоятельности бизнеса, о больших правах регионов в межуровневых отношениях, о сближении статусных компетенций регионов и бизнеса в двусторонних отношениях и т.д. Пример демон-

Таблица 13

**Отношения транзакций трех акторов промежуточного варианта  
к исходному, %**

|                   | Федеральный<br>центр | Регионы | Бизнес-структуры |
|-------------------|----------------------|---------|------------------|
| Федеральный центр | 0                    | 96,2    | 97,7             |
| Регионы           | 113,0                | 0       | 106,6            |
| Бизнес-структуры  | 102,5                | 97,6    | 0                |

стрирует возможность увязки таких предложений в единую систему экономических преобразований.

Само существование равновесных распределений экономической активности бизнес-структур, регионов и федерального центра еще не объясняет способа их достижения в конкретных ситуациях. Вопрос остается открытым: насколько осмысленными и содержательными процедурами являются используемые выше преобразования исходной матрицы связности (см. табл. 3) в равновесную матрицу (типа табл. 11)? Вместе с тем на уровне парных связок акторов вполне возможны конструктивные предложения, повышающие эффективность локальных взаимодействий. Так, для связки «федеральный центр – бизнес-структуры» примером может служить анонсированная Правительством РФ в мае 2023 г. разработка проекта Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года. А уж предложениям, направленным на совершенствование межуровневых отношений в системе «регионы – федеральный центр», нет конца. Но только за бортом внимания разработчиков проекта Сводной стратегии остаются проблемы развития регионов, а в «забавах» с федеративным устройством экономики, как правило, сводящимся к перераспределению налогов между уровнями, игнорируется многозначная роль в этом процессе бизнеса.

\* \* \*

В статье изучен ряд многофакторных циклических и когнитивных моделей, предлагаемых для анализа сложных экономических взаимосвязей между регионами, федеральным центром и бизнес-структурами. Предложена центрo-периферийная модель региональной спецификации национальных макропараметров. Обоснована система построения компромиссных вариантов развития регионов, согласованных с макропрогнозами сводного уровня.

Сформулирована и исследована теоретическая модель циклических взаимодействий в системе «регионы – федеральный центр – бизнес-структуры», позволяющая изучать отношения участников в системе прямых и обратных связей. Методологической основой послужили приемы когнитивного моделирования в сочетании с моделями тройной спирали. Предложены схемы комплексной оценки вклада каждого участника в общий поток транзакций между ними. Сформированы алгоритмы корректирования входных и выходных транзакций акторов в направлении сближения сводных оценок их активности на основе построения равновесных матриц связности участников.

Результаты экспериментальной модели взаимодействия трех участников, настроенной на условия начала 2020-х годов, подтверждают обоснованность некоторых предложений экспертного сообщества о необходимости сокращения присутствия государства в экономике, об обеспечении большей самостоятельности бизнеса, об увеличении прав регионов в межуровневых отношениях, о сближении статусных компетенций регионов и бизнеса в двухуровневых отношениях и т.д. Они демонстрируют возможность увязки таких предложений в единую систему экономических преобразований.

*Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект  
«Региональное и муниципальное стратегическое планирование  
и управление в контексте модернизации государственной региональной  
политики и развития цифровой экономики», № 121040100283-2*

### Список источников

1. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование: Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
2. Суслицын С.А. Комплекс методик и процедур анализа и прогнозирования развития восточных регионов РФ // Регион: экономика и социология. – 2021. – № 3 (111). – С. 3–35.
3. Суслицын С.А. Методы и модели координации долгосрочных решений в системе «национальная экономика – регионы» / Под ред. В.В. Кулешова. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2017. – 296 с.
4. Суслицын С.А. Региональная спецификация макроэкономических целевых параметров прогноза развития России // Регион: экономика и социология. – 2020. – № 3 (107). – С. 3–29.
5. Capello R., Caraghiu A., Fratesi U. Modelling regional growth between competitiveness and austerity measures: The Masst3 Model // International Regional Science Review. – 2017. – No. 40 (1). – P. 38–74.
6. Caryannis E.G., Cherepovitsyn A.E., Ilinova A.A. Sustainable development of the Russian Arctic zone energy shelf: the role of the Quintuple Innovation Helix Model // Journal of the Knowledge Economy. – 2017. – No. 8 (2). – P. 456–470.
7. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The triple helix-university-industry-government relations: A laboratory for knowledge-based economic development // EASST Rev. – 1995. – No. 14. – P. 14–19.
8. Fiani R. Increasing returns, non-traded inputs and regional development // Economic Journal. – 1984. – Vol. 94, No. 374. – P. 308–323.
9. Huggins R., Jones M., Upton S. Universities as drivers of knowledge-based regional development: a triple helix analysis of Wales // International Journal of Innovation and Regional Development. – 2008. – No. 1 (1). – P. 24–47.
10. Ikegami M., Romao J. Universities and knowledge-based regional development: A comparative study on the triple helix framework in Amsterdam and Sapporo // Studies in Regional Science. – 2016. – No. 46 (1). – P. 101–113.
11. Krugman P., Venables A. The Seamless Word: A Spatial Model of International Specialization and Trade. – Mineo: MIT, 1997.
12. Leydesdorff L. 2018. Synergy in knowledge-based innovation systems at national and regional levels: The Triple-Helix Model and the Fourth Industrial Revolution // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. – 2018. – No. 4 (16). – P. 1–13. DOI: 10.3390/joitmc4020016.
13. Venables A. The Spread of Industry Spatial Agglomeration in Economic Development / CEPR Working Paper No. 1354. – 1997.

### **Информация об авторе**

Суспицын Сергей Алексеевич (Россия, Новосибирск) – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 17). E-mail: susp@ieie.nsc.ru.

DOI: 10.15372/REG20230401

*Region: Economics & Sociology, 2023, No. 4 (120), p. 3–26*

**S.A. Suspitsyn**

### **CYCLICAL MODELS OF ECONOMIC RELATIONS BETWEEN REGIONS, THE FEDERAL CENTER, AND BUSINESS STRUCTURES**

*The article introduces a series of multifactor cyclical models aimed at achieving several objectives: shaping macroeconomic parameters on a national scale, translating these parameters to macrozones and regions, and outlining the dynamics and structure of key indicators of regional development (such as GRP, investment, and population income) in their interconnectedness. The construction of these models is underpinned by a methodological fusion of cognitive modeling techniques and triple helix models. The proposed comprehensive methodology combines these models, seeking to establish well-founded compromises in establishing key parameters for the macroeconomic scenario and the equitable distribution of economic results among regions based on pre-defined settings.*

*Moreover, the study delves into a cognitive model of cyclic interactions within the “regions – federal center – business structures” system. This model allows for an examination of relationships among its participants within forward and backward linkages. It further suggests schemes for summarily assessing the contributions made by each participant to the overall transaction flow between them. We then develop algorithms for adjusting the input and output transactions of stakeholders to converge summary assessments of their acti-*

vities. The experimental calculations conducted on this model validate certain suggestions from the expert community regarding desirable modifications in the relations between regions, the federal center, and business structures.

**Keywords:** spatial systems; regions; economics of federalism; triple helix models; cognitive models

**For citation:** *Suspitsyn, S.A. (2023). Tsiklicheskie modeli ekonomicheskikh otnosheniy regionov, federalnogo tsentra i biznes-struktur [Cyclical models of economic relations between regions, the federal center, and business structures]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 4 (120), 3–26. DOI: 10.15372/REG20230401.*

*The research was carried out with the plan of research work of IEIE SB RAS, project “Regional and municipal strategic planning and management regarding public regional policy modernization as well as digital economy development”, No. 121040100283-2*

## References

1. *Saati, T. & K. Kearns. (1991). Analiticheskoe planirovanie: Organizatsiya sistem [Analytic Planning: Organization of Systems]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 224.*
2. *Suspitsyn, S.A. (2021). Kompleks metodik i protsedur analiza i prognozirovaniya razvitiya vostochnykh regionov RF [A set of methods and procedures for analyzing and forecasting the development of the Russian East]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 3 (111), 3–35.*
3. *Suspitsyn, S.A. & V.V. Kuleshov (Ed.). (2017). Metody i modeli koordinatsii dolgosrochnykh resheniy v sisteme “natsionalnaya ekonomika – regiony” [Methods and Models for Coordination of Long-Term Decisions in the National Economy–Regions System]. Novosibirsk, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS Publ., 296.*
4. *Suspitsyn, S.A. (2020). Regionalnaya spetsifikatsiya makroekonomicheskikh tselevykh parametrov prognoza razvitiya Rossii [Regional specification for macroeconomic targets in Russia’s development forecast]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 3 (107), 3–29.*
5. *Capello, R., A. Caragliu & U. Fratesi. (2017). Modelling regional growth between competitiveness and austerity measures: The Masst3 Model. International Regional Science Review, 40 (1), 38–74.*

6. *Caryannis, E.G., A.E. Cherepovitsyn & A.A. Ilinova.* (2017). Sustainable development of the Russian Arctic zone energy shelf: The role of the Quintuple Innovation Helix Model. *Journal of the Knowledge Economy*, 8 (2), 456–470.
7. *Etzkowitz, H. & L. Leydesdorff.* (1995). The triple helix-university-industry-government relations: A laboratory for knowledge-based economic development. *EASST Rev.*, 14, 14–19.
8. *Fiani, R.* (1984). Increasing returns, non-traded inputs and regional development. *Economic Journal*, Vol. 94, No. 374, 308–323.
9. *Huggins, R., M. Jones & S. Upton.* (2008). Universities as drivers of knowledge-based regional development: a triple helix analysis of Wales. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 1 (1), 24–47.
10. *Ikegami, M. & J. Romao.* (2016). Universities and knowledge-based regional development: A comparative study on the triple helix framework in Amsterdam and Sapporo. *Studies in Regional Science*, 46 (1), 101–113.
11. *Krugman, P. & A. Venables.* (1997). *The Seamless Word: A Spatial Model of International Specialization and Trade.* Mineo, MIT.
12. *Leydesdorff, L.* (2018). Synergy in knowledge-based innovation systems at national and regional levels: The Triple-Helix Model and the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4 (16), 1–13. DOI: 10.3390/joitmc4020016.
13. *Venables, A.* (1997). *The Spread of Industry Spatial Agglomeration in Economic Development.* CEPR Working Paper No. 1354.

### About Author

*Suspitsyn, Sergey Alekseevich* (Novosibirsk, Russia) – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Honored Scholar of the Russian Federation, Chief Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Academician Lavrentiev Ave., Novosibirsk, 630090, Russia). E-mail: [susp@ieie.nsc.ru](mailto:susp@ieie.nsc.ru).

*Поступила в редколлегию 03.07.2023.*

*После доработки 02.08.2023.*

*Принята к публикации 08.08.2023.*

© Суспицын С.А., 2023