



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 46 за 2025 г.



ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

**К.В. Марача, П.И. Колыхалов,
В.Г. Марача, М.А. Трапезникова**

Концепция системы
поддержки принятия
решений по обеспечению
шокоустойчивости сектора
малого и среднего
предпринимательства
региона

Статья доступна по лицензии
[Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Концепция системы поддержки принятия решений по обеспечению шокоустойчивости сектора малого и среднего предпринимательства региона / К.В. Марача [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2025. № 46. 23 с. EDN: [JSVGGX](https://doi.org/10.26907/2071-2898.2025.46.1)
<https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2025-46>

**Ордена Ленина
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В. Келдыша
Российской академии наук**

**К.В. Марача, П.И. Колыхалов, В.Г. Марача,
М.А. Трапезникова**

**Концепция системы поддержки
принятия решений по обеспечению
шокоустойчивости сектора малого
и среднего предпринимательства
региона**

Москва — 2025

Марача К.В., Колыхалов П.И., Марача В.Г., Трапезникова М.А.

Концепция системы поддержки принятия решений по обеспечению шокоустойчивости сектора малого и среднего предпринимательства региона

Работа посвящена разработке концепции и архитектуры системы поддержки принятия решений (СППР) по обеспечению шокоустойчивости сектора малого и среднего предпринимательства (МСП), который играет ключевую роль в устойчивом развитии регионов. СППР основана на адаптированной авторами модели Леонтьева и апробирована на данных по Липецкой области. Рассчитаны значения элементов Леонтьевских матриц прямых затрат и межотраслевого баланса, а также краткосрочный урон от шоков 2019 и 2020 гг. по отношению к «докризисному» 2018 году.

Ключевые слова: модель Леонтьева, шоковые воздействия, шокоустойчивость, малое и среднее предпринимательство (МСП), регион, система поддержки принятия решений (СППР)

Konstantin Viacheslavovich Maracha, Pavel Ivanovich Kolykhalov, Viacheslav Gennadievich Maracha, Marina Alexandrovna Trapeznikova

Concept of a decision support system to ensure resilience of the small and medium-sized business sector in the region

The paper is devoted to the development of the concept and architecture of the decision support system (DSS) to ensure resilience of the small and medium-sized enterprise (SME) sector, which plays a key role in the sustainable development of regions. The DSS is based on the Leontief's model adapted by the authors and tested on data for the Lipetsk region. The values of the elements of the Leontief's direct cost matrices and the inter-industry balance are calculated, as well as the short-term damage from the shocks of 2019 and 2020 in relation to the «pre-crisis» 2018.

Key words: Leontief's model, shock impacts, resilience, small and medium-sized businesses (SMEs), region, decision support system (DSS)

Введение

В современном мире регионы все чаще сталкиваются с непредсказуемыми и серьезными вызовами – от экономических спадов и глобальных эпидемий до нестабильной геополитической обстановки и изменений климата. Такие условия требуют от региональных социально-экономических систем не просто стабильности, а способности быстро адаптироваться к новым реалиям. Особенно это важно для малого и среднего бизнеса – уязвимого, но крайне важного сектора региональной экономики.

Настоящее исследование посвящено поиску конкретных решений, которые помогут повысить устойчивость сектора малого и среднего предпринимательства (далее – МСП) к внешним и внутренним шокам. В качестве предмета изучения выбрана Липецкая область – регион с развитой предпринимательской средой, выраженными отраслевыми особенностями и долгосрочными стратегическими ориентирами.

Целями работы являются моделирование последствий шоковых воздействий на сектор МСП региона, а также разработка концепции и архитектуры системы поддержки принятия решений (СППР) по обеспечению шокоустойчивости сектора МСП на примере Липецкой области.

В условиях нарастающей нестабильности и роста числа внешних потрясений в экономике получило широкое распространение понятие шокоустойчивости (resilience). Под этим термином понимается способность социально-экономических систем – в частности, регионов – противостоять различным шокам, включая природные, техногенные, экономические, социальные и финансовые.

В работе Б.С. Жихаревича, В.В. Климанова и В.Г. Марачи [1] дано следующее определение понятия «шокоустойчивость»:

- шокоустойчивость – это способность системы предвидеть, предотвращать, сопротивляться, адаптироваться, абсорбировать последствия и восстанавливаться после краткосрочных, но интенсивных внешних воздействий.

Авторы данной статьи также показали, что шокоустойчивость следует отличать от более широких понятий, таких как устойчивость или жизнеспособность, и предложили использовать русскоязычный термин «шокоустойчивость» вместо термина «резильентность», который до этого употреблялся рядом российских ученых в качестве «кальки» англоязычного термина resilience.

В современной научной литературе значительное внимание уделяется взаимосвязи между экономическими шоками и шокоустойчивостью как способностью к сопротивлению и восстановлению [2–4]. Хорошо изучены факторы, влияющие на шокоустойчивость социально-экономической системы региона [5; 6, с. 70–72], в число которых входит и развитость сектора МСП,

предложен ряд моделей и рейтингов по оценке изменений в состоянии регионов под воздействием шоков [7, с. 1420–1422; 1, с. 9–15; 8; 6, с. 182]:

- рейтинг российских агломераций по степени устойчивости валового регионального продукта (далее – ВРП) к кризисным явлениям (разработчик – консалтинговая компания MACON) [9];
- интегральный индекс региональной шокоустойчивости (основан на Индексе потенциала шокоустойчивости, разработанном К. Фостер [10], адаптирован к российским реалиям В.В. Климановым, С.М. Казаковой и А.А. Михайловой [11] с использованием шести ключевых показателей, характеризующих уровень социально-экономического благополучия региона);
- рейтинг регионов России по менеджменту экологических, социальных и управленческих рисков (разработчик – консалтинговое агентство «РАЕХ») [12] и другие рейтинги, использующие ESG-подход и его российскую версию ЭКГ [13];
- индекс Рябцева, основанный на экспресс-оценке степени отклонения отраслевой структуры экономики от своего состояния в докризисный период (предложен В.М. Рябцевым) [14; 15].

Однако подходы к оценке шокоустойчивости территории, перечисленные выше, характеризуют территориальную социально-экономическую систему в целом, а не какой-то отдельный сектор экономики. Поэтому они не позволяют выделить последствия шоковых воздействий именно на сектор МСП.

В то же время существующие подходы к анализу динамики сектора МСП (например, представленные в работах [16; 17]) не позволяют сделать выводы о его шокоустойчивости в качественном отношении, то есть о воздействии шоков на такие показатели, как доли МСП в ВРП, в общем объеме выпуска, в общем объеме налоговых поступлений и в общей численности занятых. В частности, статья С.П. Земцова направлена на оценку деловой активности МСП, измеряемую такими показателями, как число субъектов МСП, индекс деловой активности субъектов малого и среднего бизнеса RSBI, число вновь созданных субъектов МСП и прирост числа субъектов МСП [16, с. 293]. А в статье Э.А. Аванесян и Е.В. Радковской, где развитие МСП рассматривается как фактор экономической и информационной безопасности региона, используется модель, где в качестве результирующей зависимой переменной используется общее число малых и средних предприятий [17, с. 46].

Чтобы восполнить выявленный недостаток существующих моделей, в настоящем исследовании используется модель Леонтьева (модель межотраслевого баланса, input-output analysis) [18], которая изначально была создана для анализа взаимосвязей между отраслями экономики на макроуровне. Однако ее элементы с некоторыми ограничениями могут быть адаптированы для изучения и поддержки развития сектора МСП:

- анализ связей сектора МСП с другими секторами: модель помогает оценить, как сектор МСП интегрирован в экономику – например, как его

продукция используется в крупным бизнесом или зависит от поставок с его стороны;

- оценка мультипликативного эффекта: можно рассчитать, как рост сектора МСП влияет на крупный бизнес (например, через создание рабочих мест или спрос на сырье);
- государственное управление: если модель поможет рассчитать показатели долей МСП в ВРП, в общем объеме выпуска и т.д. (см. выше), она сможет выполнять функцию СППР о распределении субсидий, налоговых льгот или инфраструктурных инвестиций.

Адаптация модели Леонтьева для прогнозирования последствий шоковых воздействий

Одним из наиболее распространенных подходов к математическому моделированию экономических процессов являются балансовые модели. Их суть заключается в том, чтобы соотнести объемы имеющихся ресурсов (материальных, трудовых, финансовых) с потребностями экономики, обеспечив тем самым внутреннюю согласованность между производством и потреблением.

Классическим примером такой модели является модель межотраслевого баланса (МОБ) [18], получившая широкое распространение в мировой практике. Ее основная идея состоит в том, что каждая отрасль экономики одновременно выступает и производителем, и потребителем продукции: она поставляет ресурсы другим отраслям и сама зависит от их продукции для продолжения своей деятельности.

Исторически идея межотраслевого баланса возникла в СССР при составлении балансов народного хозяйства в 1920-х годах. Однако фундаментальный экономико-математический аппарат для анализа межотраслевых связей был разработан В.В. Леонтьевым, который впервые применил методы линейной алгебры к анализу экономики США. Итогом его работы стала модель «затраты – выпуск», позволившая оценивать, как изменение спроса в одной отрасли влияет на всю экономику в целом. За эту методологию В.В. Леонтьев был удостоен Нобелевской премии в 1973 году.

Суть модели заключается в необходимости сбалансировать производство между отраслями таким образом, чтобы каждая из них могла обеспечить как собственные потребности, так и потребности других участников экономики – включая конечное потребление, экспорт, накопление и прочее. Межотраслевой баланс позволяет количественно оценить, какие ресурсы необходимы для достижения заданных объемов выпуска продукции и как структурные изменения в экономике повлияют на ее устойчивость.

В контексте данной работы модель Леонтьева используется как инструмент для моделирования последствий внешних шоков и оценки эффективности компенсирующих мер, направленных на повышение

шокоустойчивости региональной экономики, с фокусом на секторе малого и среднего предпринимательства.

Модель межотраслевого баланса описывается системой уравнений, отражающих взаимосвязь между объемом выпуска продукции каждой отрасли и ее потреблением в производстве и в других секторах экономики. Эти уравнения называются балансовыми соотношениями и записываются в общем виде следующим образом:

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где:

- x_i – валовой выпуск продукции i -й отрасли;
- x_{ij} – объем продукции i -й отрасли, который потребляется j -й отраслью для собственного производства (так называемые межотраслевые поставки);
- y_i – объем продукции i -й отрасли, направляемый на непроизводственное потребление (то есть в конечный спрос: населению, на экспорт, в накопления и др.);
- n – общее количество отраслей в экономике.

Для упрощения анализа вводится гипотеза линейности, согласно которой объем межотраслевого потребления пропорционален валовому выпуску. В этом случае используют коэффициенты прямых затрат a_{ij} , которые определяются как затраты продукции i -й отрасли на производство единицы продукции j -й отрасли:

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j. \quad (2)$$

Тогда балансовые уравнения можно переписать в виде

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

или в матричной форме

$$X = AX + Y, \quad (4)$$

где:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} \text{ – вектор валового выпуска по отраслям,}$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} - \text{матрица коэффициентов прямых затрат,}$$

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} - \text{вектор конечного спроса.}$$

Из этого уравнения можно выразить решение модели в виде

$$X = (I - A)^{-1} Y, \quad (5)$$

где $(I - A)^{-1}$ – матричный мультипликатор Леонтьева, позволяющий определить, как изменение конечного спроса влияет на общий объем производства по всем отраслям.

Модель межотраслевого баланса позволяет проводить количественную оценку структурных изменений в экономике под воздействием внешних шоков, а также прогнозировать, какие меры необходимо принять для восстановления равновесия. В рамках данной работы модель адаптирована к региональному уровню и используется для анализа устойчивости сектора МСП к внешним воздействиям.

Для определения структуры конечного спроса Y по заданному вектору валового выпуска X и известной матрице прямых затрат A необходимо решить матричное уравнение межотраслевого баланса (4). Преобразуя его, получаем

$$X = AX + Y \Rightarrow X - AX = Y \Rightarrow Y = (I - A)X. \quad (6)$$

Таким образом, зная фактические объемы производства по отраслям и матрицу межотраслевых связей, можно определить объем конечного продукта, соответствующий текущей структуре экономики. Это позволяет не только анализировать последствия внешнего шока, но и прогнозировать, каким должен быть спрос, чтобы обеспечить восстановление производства в региональной экономике, в том числе в сегменте МСП [18].

В последние годы наблюдается возрастание интереса к межотраслевым исследованиям. На международном и национальном уровнях публикуется значительное число работ, посвященных экономическим, социальным и экологическим аспектам с использованием межотраслевых моделей. По мере развития региональной науки усиливается внимание к вопросам регионального межотраслевого анализа. В научной литературе активно обсуждаются подходы к «регионализации» национальных межотраслевых таблиц, а также методы

построения таблиц, отражающих специфику региональных экономик. На базе таких таблиц разрабатываются различные типы моделей. В частности, региональные динамические межотраслевые модели позволяют прогнозировать развитие отраслей в регионах как с учётом их взаимодействия с другими регионами и национальной экономикой, так и в рамках их функционирования как самостоятельных хозяйственных систем [19; 20].

Методика оценки региона как самостоятельной экономической системы включает несколько подходов [21]:

- Оценка технологических коэффициентов, при которой не проводится разделение между внутренними и внешними потоками затрат. К данному направлению относятся методы оценки нескорректированных коэффициентов, ценовых модификаций, производственных эффектов и другие.
- Оценка внутренних коэффициентов затрат, предполагающая использование факторов местоположения, региональных коэффициентов закупок, метода товарного баланса и иных инструментов, позволяющих учесть специфику регионального воспроизводственного процесса.
- Упрощённые методы (short-cut methods), ориентированные на оценку региональных мультипликаторов без прямого расчёта коэффициентов затрат. Примером такого подхода служит модель RIMS (Regional Industrial Multiplier System – Система региональных промышленных мультипликаторов), разработанная Бюро экономического анализа США.
- Использование готовых моделей (ready-made models), представляющих собой программные комплексы, включающие в себя региональные базы данных, алгоритмы «регионализации» межотраслевых таблиц и уже сформированные региональные межотраслевые таблицы. Наиболее известными примерами таких решений являются системы IMPLAN, REMI, RIMS II и другие, все из которых базируются на классическом подходе В. Леонтьева к построению межотраслевых моделей.

Расчет параметров модели Леонтьева с секторами крупного бизнеса и МСП в качестве «отраслей»

Модель Леонтьева для региона, адаптированная к МСП, проиллюстрирована с помощью табл. 1. Суть адаптации модели состоит в том, что в качестве «отраслей» здесь рассматриваются сектора крупного бизнеса и МСП, и «межотраслевой баланс» выражает их взаимодействие между собой, а также с предприятиями, находящимися за пределами региона (строка «импорт» и столбец «экспорт»). Локальное конечное потребление включает потребление домохозяйств (С), инвестиции (I) и государственные расходы (G).

Таблица 1

**Модель Леонтьева для региона, адаптированная к МСП,
с секторами крупного бизнеса и МСП в качестве «отраслей»**

	Крупные предприятия	МСП	Локальное конечное потребление	«Экспорт»	Всего
Крупные предприятия	I квадрант X_{11}	X_{12}	II квадрант Y_{11}	Y_{12}	X_1
МСП	X_{21}	X_{22}	Y_{21}	Y_{22}	X_2
«Импорт»	III квадрант V_{11}	V_{12}	IV квадрант W_{11}	W_{12}	M
Добавленная стоимость	V_{21}	V_{22}	W_{21}	W_{22}	Y
Всего	X_1	X_2	$C+I+G$	E	

Модель Леонтьева представляет собой матрицу межотраслевого баланса, и классические балансовые уравнения Леонтьева, рассмотренные в предыдущем разделе репринта, получаются в результате суммирования данных по строчкам матрицы, представленной в табл. 1. Если бы речь шла о закрытой экономике, то локальное конечное потребление в описанном выше смысле (как сумму $C+I+G$) можно было бы приравнять к валовому региональному продукту (Y). Но в нашем случае речь идет об открытой региональной экономике, и получение данных о межрегиональных «импорте» (M) и «экспорте» (E) товаров и услуг представляет собой чрезвычайно трудоемкую задачу. В российской статистике подобные данные отсутствуют.

Поэтому в настоящем исследовании мы опираемся на балансовые уравнения, которые получаются в результате суммирования данных не по строчкам, а по столбцам матрицы, представленной в табл. 1. Эти уравнения выражают не баланс потребления (когда выпуск распределяется между промежуточным и конечным потреблением, а также экспортом), а баланс производства (распределение того, что обеспечивает выпуск: вклад различных производственных секторов и «импорта» из-за пределов региона). Разница между выпуском и указанным вкладом производственных секторов и «импорта» называется «условно-чистой продукцией», которая равна ВРП с поправкой на амортизацию оборудования.

Из статистических данных нам известны:

- выпуск крупных предприятий (без МСП) и МСП, т.е. компоненты вектора X ;

- добавленная стоимость крупного бизнеса и МСП (добавленная стоимость крупного бизнеса рассчитывается как ВРП за вычетом добавленной стоимости, созданной МСП).

Нам неизвестны:

- значения четырех элементов матрицы затрат $A = \{a_{ij}\}$, т.е. относительный вклад каждого из производственных секторов в выпуск;
- относительный вклад «импорта» в выпуск продукции по каждому из производственных секторов a_{31} и a_{32} .

Считая значения четырех элементов матрицы затрат $A = \{a_{ij}\}$ и коэффициентов вклада «импорта» a_{31} и a_{32} слабо меняющимися во времени, напишем балансовые уравнения за три года (2018, 2019, 2020), по которым имеется надежная статистика для Липецкой области. Получаем систему из шести линейных уравнений (за три года, по два уравнения за каждый год) с шестью неизвестными. Решение данной системы позволит найти неизвестные величины, что даст возможность, зная последствия шоков для экономики региона в целом, рассчитывать такие последствия для сектора МСП и изменения его долей в ВРП и валовом выпуске территории.

Спецификой балансовых уравнений производства является то, что компоненты вектора X можно вынести за скобки, и уравнения приобретают вид

$$\begin{aligned} a_{11} + a_{12} + a_{13} &= (x_1 - v_1) / x_1, \\ a_{21} + a_{22} + a_{23} &= (x_2 - v_2) / x_2, \end{aligned} \quad (7)$$

где v_1 и v_2 – добавленная стоимость, создаваемая секторами крупного бизнеса и МСП соответственно. Каждое из уравнений содержит три переменных, которые «не перемешиваются» с тремя переменными из другого уравнения. И когда мы записываем шесть уравнений за три года, их можно решать как две независимые системы, содержащие по три уравнения.

Математическая проблема состоит в том, что в таком виде эти две системы уравнений неразрешимы, т.к. в каждом из трех уравнений, входящих в систему, левые части будут совпадать, а правые – не совпадать, что невозможно.

Данное противоречие формально разрешается за счет принятия во внимание того факта, что три уравнения описывают разные моменты времени. Но тогда приходится корректировать предположение, заложенное в модель Леонтьева, о том, что элементы матрицы затрат постоянны, поскольку выражают «технологические» связи между отраслями (леонтьевскую матрицу затрат A часто также называют «технологической»).

Впрочем, строго говоря, «технологические» соотношения постоянны лишь в натуральном выражении, но не в денежном, поскольку конъюнктура цен постоянно меняется.

Для учета данного обстоятельства мы вводим поправочные коэффициенты k_{ij} , выражающие зависимость элементов матрицы затрат от времени, в

результате чего балансовые уравнения производства приобретают следующий вид:

$$\begin{aligned} k_{11}a_{11} + k_{12}a_{12} + k_{13}a_{13} &= (x_1 - v_1) / x_1, \\ k_{21}a_{21} + k_{22}a_{22} + k_{23}a_{23} &= (x_2 - v_2) / x_2. \end{aligned} \quad (8)$$

В большинстве случаев (когда мы не имеем дела с сильными шоками или глубокими кризисами) значения коэффициентов k_{ij} близки к единице. Они подбираются вручную исходя из следующих требований:

- 1) разрешимость системы балансовых уравнений производства;
- 2) неотрицательность значений элементов a_{ij} ;
- 3) значения a_{ij} должны находиться в диапазоне, соответствующем соотношению вкладов секторов крупного бизнеса и МСП в совокупный выпуск.

Апробация модели на данных по Липецкой области и оценка краткосрочного урона от шоков 2019 и 2020 гг.

Исходные данные по Липецкой области за 2018, 2019 и 2020 годы приведены в табл. 2, вид Леонтьевских матриц межотраслевого баланса с поправочными коэффициентами – в табл. 3, найденные в результате решения системы уравнений производственного баланса значения элементов Леонтьевской матрицы затрат – в табл. 4, результаты расчетов количественных значений элементов Леонтьевских матриц межотраслевого баланса – в табл. 5.

В табл. 6 приведены результаты расчетов краткосрочного урона от шоков 2019 и 2020 гг. по отношению к «докризисному» 2018 году.

Причина шока 2019 года заключалась в негативном изменении ценовой конъюнктуры на рынке металлов, что через результаты работы ключевого предприятия Липецкой области – Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК) – повлекло за собой падение рынка Липецкой области в целом, включая и сектор МСП.

Причиной шока 2020 года стала пандемия COVID-19, с которой экономика Липецкой области благодаря мерам господдержки справилась достаточно успешно (в отличие от Российской Федерации в целом, где имело место падение ВВП на 2,2%, ВРП Липецкой области продемонстрировал рост как в физических объемах, так и в текущих ценах). Однако сектор МСП, более чувствительный к подобным шокам, продемонстрировал падение всех показателей: ВРП, созданный МСП; оборот МСП, включая микропредприятия; доля МСП в ВРП; доля МСП в отгрузке.

Результаты расчетов краткосрочного урона, приведенные в табл. 6, демонстрируют, что адаптированная модель Леонтьева позволяет увидеть «тонкую структуру» взаимодействия секторов крупного бизнеса и МСП даже в условиях экономического шока.

В 2019 году падение коснулось всех сегментов промежуточного производства, кроме «импорта» (поскольку рынок Российской Федерации в целом рос и чувствовал себя хорошо). А в 2020 году даже в падающем секторе МСП сокращение промежуточного производства затронуло лишь «импорт». При этом предприятия сектора МСП Липецкой области нарастили не только объем заказов сектору крупного бизнеса (который рос), но и другим предприятиям сектора МСП Липецкой области, проявляя своего рода солидарность и тем самым смягчая эффект падения рынка.

Использование данных о «тонкой структуре» взаимодействия секторов крупного бизнеса и МСП в условиях шоковых воздействий обеспечит эффективность поиска управленческих решений, которые помогут повысить шокоустойчивость как сектора МСП, так и сектора крупного бизнеса, а также при необходимости оказать поддержку взаимодействию предприятий, которое за счет описанного выше «эффекта солидарности» позволило бы смягчить негативный эффект для экономики Липецкой области в целом.

Таблица 2

Исходные данные по Липецкой области за 2018, 2019 и 2020 годы

Индикатор	Единица измерения	2018	2019	2020
Валовой региональный продукт (ВРП)	млрд руб.	604,4	570,0	618,3
Индекс физического объема ВРП Липецкой области	в % к предыд. году	102,1	98,2	102,8
Индекс-дефлятор объема ВРП Липецкой области	в % к предыд. году	112,4	101,4	101,1
Выпуск в основных ценах	млрд руб.	1426,1	1387,7	1522,0
ВРП, созданный МСП	млрд руб.	140,0	135,0	125,2
Индекс физического объема ВРП Российской Федерации	в % к предыд. году	102,8	101,6	97,8
Оборот МСП, включая микропредприятия	млрд руб.	330,31	327,70	317,90
Доля МСП в ВРП	%	н.д.	23,7	20,3
Доля МСП в отгрузке	%	23,2	23,6	20,9
Изменение доли МСП в отгрузке к 2019 г.	раз		1,020	0,902
Величина, обратная изменению доли Липецкой области в ВВП РФ	раз		1,035	0,984

Источник данных: Прогноз социально-экономического развития Липецкой области на 2021 год и плановый период 2022–2023 годов.

Таблица 3

**Вид Леонтьевских матриц межотраслевого баланса
с поправочными коэффициентами**

Индикатор	2018		2019		2020	
	К	МСП	К	МСП	К	МСП
К	$a_{11} * x_1$	$a_{12} * x_2$	$1.01 * a_{11} * x_1$	$a_{12} * x_2$	$a_{11} * x_1$	$1.07 * a_{12} * x_2$
МСП	$a_{21} * x_1$	$a_{22} * x_2$	$a_{21} * x_1$	$a_{22} * x_2$	$1.015 * a_{21} * x_1$	$1.05 * a_{22} * x_2$
«Импорт»	$a_{31} * x_1$	$a_{32} * x_2$	$1.04 * a_{31} * x_1$	$1.12 * a_{32} * x_2$	$a_{31} * x_1$	$a_{32} * x_2$
УЧП	464,4	140,0	435,1	135,0	493,1	125,2
Выпуск (X)	1426,1	330,3	1387,7	327,7	1522,0	317,9
X – УЧП	961,7	190,3	952,7	192,7	1029,0	192,7
(X – УЧП)/X	0,674	0,576	0,686	0,588	0,676	0,606

Источник данных: расчеты авторов на основе табл. 2 и данных Росстата.

Таблица 4

**Найденные в результате решения системы уравнений производственного
баланса значения элементов Леонтьевской матрицы прямых затрат**

a_{11}	0,320889	a_{12}	0,31
a_{21}	0,133333	a_{22}	0,166
a_{31}	0,219778	a_{32}	0,1

Источник данных: расчеты авторов.

Таблица 5

**Результаты расчетов количественных значений
элементов Леонтьевских матриц межотраслевого баланса, млрд руб.**

Индикатор	2018		2019		2020	
	К	МСП	К	МСП	К	МСП
К	457,6	102,4	449,8	101,6	488,4	105,4
МСП	190,2	54,8	185,0	54,4	206,0	55,4
«Импорт»	313,4	33,0	317,2	36,7	334,5	31,8
УЧП	464,4	140,0	435,1	135,0	493,1	125,2
Выпуск (X)	1426,1	330,3	1387,7	327,7	1522,0	317,9
X – УЧП	961,7	190,3	952,7	192,7	1029,0	192,7
(X – УЧП)/X	0,674	0,576	0,686	0,588	0,676	0,606

Источник данных: расчеты авторов на основе табл. 3 и 4.

Таблица 6

Результаты расчетов краткосрочного урона от шоков 2019 и 2020 гг.

Индикатор	2018		2019: рынок ЛО падает, сектор МСП падает		2020: рынок ЛО растет, сектор МСП падает	
	К	МСП	К	МСП	К	МСП
К	457,6	102,4	1,7%	0,8%		
МСП	190,2	54,8	2,7%	0,8%		
«Импорт»	313,4	33,0				13,4%
УЧП	464,4	140,0	6,3%	3,6%		7,2%
Выпуск (X)	1426,1	330,3	2,7%	0,8%		3,0%

Источник данных: расчеты авторов на основе табл. 5.

Методология системного анализа как основа СППР по обеспечению шокоустойчивости сектора МСП

Применение построенной прогнозной модели в качестве интеллектуального ядра СППР государственными органами, отвечающими за развитие МСП, осуществляется на основе методологии системного анализа, современное состояние которой представлено в трех справочниках, изданных Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA) под редакцией Майзера [22] и Майзера и Квейда [23; 24].

Справочники ясно говорят, что системный анализ всегда начинается с того, что хотя бы один из стейкхолдеров констатирует существование проблемы. Эта проблема должна быть четко сформулирована. После этого методология предписывает осуществить исследовательскую фазу, в ходе которой проблема изучается научными методами. Это исследование должно быть междисциплинарным, что требует рассмотрения альтернативных способов решения проблемы и построения моделей, на которых эти альтернативы тестируются. Затем альтернативные решения оценивают и ранжируют в соответствии с предпочтениями руководителей и с учетом расходов, доходов и других последствий. В заключение предоставляется помощь во внедрении и оценивании результатов [25]. На рис. 1 представлена методология системного анализа, изложенная во всех трех справочниках.

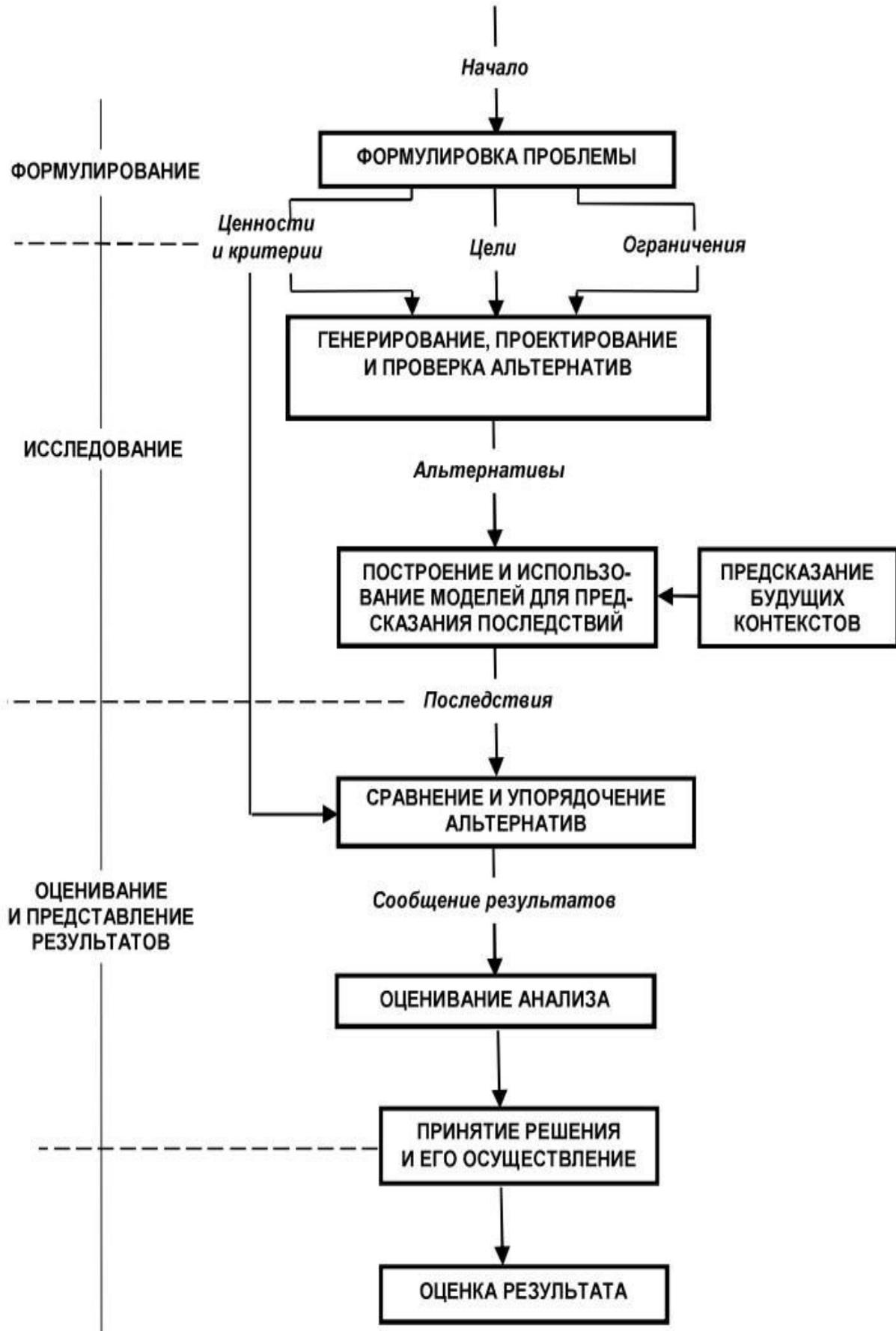


Рис. 1. Методология системного анализа [22–24]

Фаза 1 – формулирование проблемы:

- в краткосрочной перспективе – идентификация шоков;
- в среднесрочной перспективе – выявление ключевых трендов и «узких мест» для сектора МСП (включая недостатки политик и «правил игры»).

Фаза 2 – исследование проблемы:

- в краткосрочной перспективе – генерирование и проверка альтернативных вариантов компенсирующих мер (инвестиции, льготы, экспортная поддержка и т.п.);
- в среднесрочной перспективе – генерирование и проверка альтернативных вариантов правил выбора компенсирующих мер в типовых проблемных ситуациях.

Фаза 3 – оценивание и представление результатов:

- в краткосрочной перспективе – выбор компенсирующих мер на основе результатов оценивания альтернатив с помощью прогнозной модели;
- в среднесрочной перспективе – выбор политик и/или правил выбора компенсирующих мер на основе результатов оценивания альтернатив с помощью прогнозной модели.

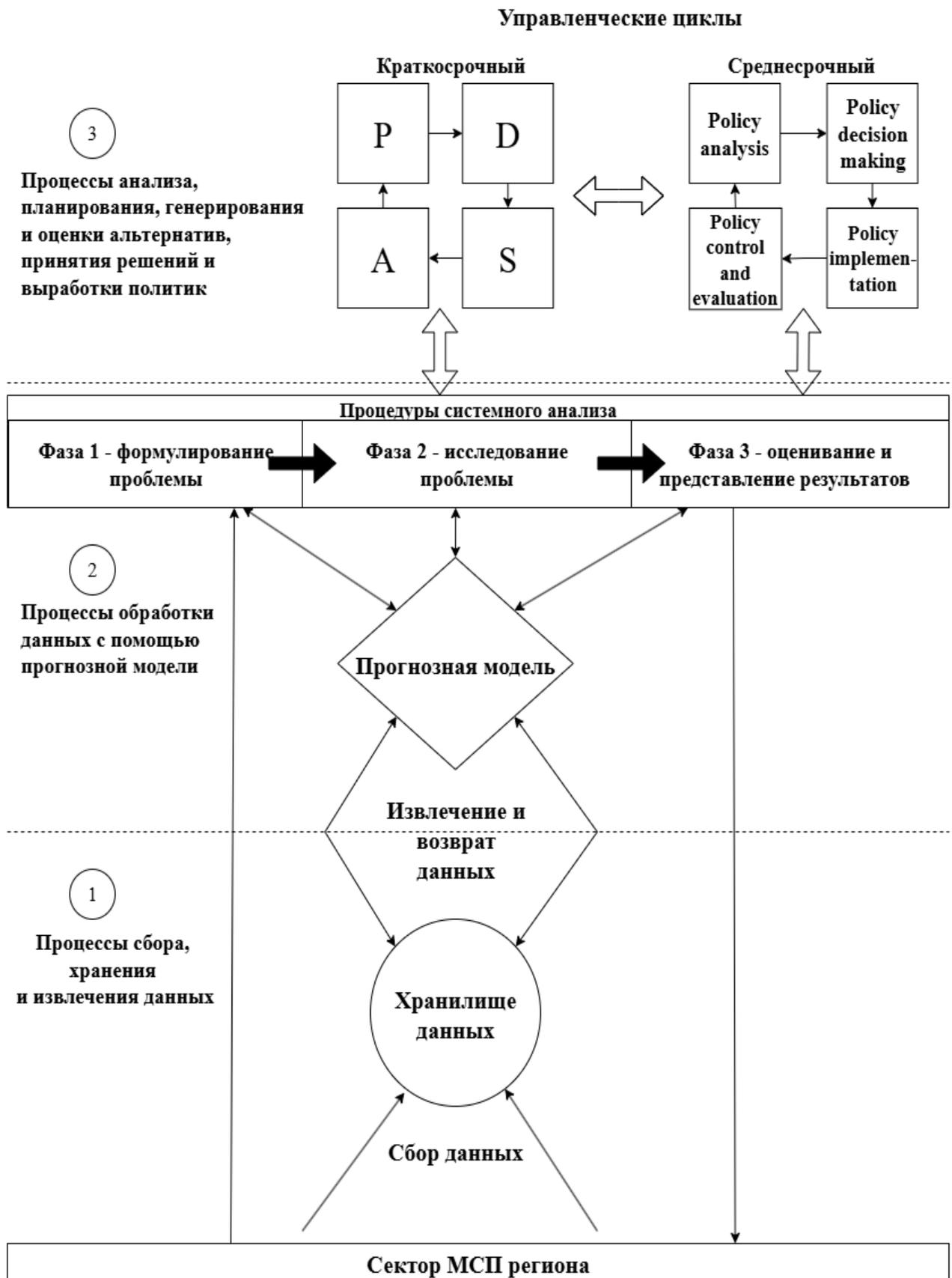
Оценка осуществляется на основе расчета влияния изменений в секторе крупного бизнеса на сектор МСП с помощью модели Леонтьева, используемой в качестве прогнозной модели.

Концепция и архитектура СППР

Для построения концепции и архитектуры СППР (рис. 2) в качестве формальной схемы предлагается использовать основанную на процессном подходе схему «управленческого цикла», в которой устройство процесса государственного управления независимо от его содержательного характера и целей рассматривается как циклически повторяющаяся последовательность фаз (стадий).

Простейшим описанием схемы «управленческого цикла» является цикл Деминга – Шухарта PDSA (Plan – Do – Study – Act, т.е. планируй – делай, реализуй – изучай, оценивай результат – осуществляй корректирующие действия) [26]. Данная схема используется для реагирования на шоковые воздействия в краткосрочной перспективе. Для принятия решений на среднесрочную перспективу применительно к государственному управлению используется схема «управленческого цикла» public policy:

- 1) policy analysis – анализ ситуации и планирование;
- 2) policy decision making – принятие решений (определение политики, нормотворчество);
- 3) policy implementation – реализация политики, применение норм;
- 4) policy control and evaluation – контроль, оценка и на ее основе коррекция (осуществление обратной связи и переход к следующему шагу «управленческого цикла») [27].



Описанные схемы «управленческих циклов» позволяют соединить процедуры системного анализа, использующие прогнозную модель, с процессами принятия решений органами государственного управления.

Архитектура СППР включает три основных блока процессов (рис. 2):

- 1) процессы сбора, хранения и извлечения данных;
- 2) процессы обработки данных с помощью прогнозной модели, используемой в соответствии с процедурами системного анализа;
- 3) процессы анализа, планирования, генерирования и оценки альтернатив, принятия решений и выработки политик органами государственного управления в рамках «управленческих циклов» Деминга – Шухарта (в краткосрочной перспективе) и public policy (в среднесрочной перспективе).

Рекомендации по внедрению СППР в Липецкой области

Процесс внедрения СППР в Липецкой области с архитектурой, представленной на рис. 2, потребует «вписывания» данной архитектуры в организационную структуру и систему бизнес-процессов Администрации Липецкой области и тех организаций, которым делегированы полномочия по принятию решений, их реализации и контролю за исполнением. Подобный процесс внедрения сталкивается с тремя типовыми проблемами:

1) необходимо детальное описание картин существующих бизнес-процессов (as is), будущих бизнес-процессов (to be) и процедуры перехода с учетом того, что сама СППР привнесет новые бизнес-процессы (как организационные, так и информационные);

2) процесс и результаты внедрения СППР окажут весьма заметное влияние на существующие бизнес-процессы, в том числе и на те, с которыми она не связана непосредственно, поскольку поменяется сам подход к принятию решений: это будет «процесс принятия решений с опорой на данные» (data-driven decision-making process);

3) потребуются создание специализированного хранилища данных и организация специального подразделения, отвечающего за процессы сбора, хранения и извлечения данных, распределение соответствующих прав доступа и т.д. (возможно также делегирование этих функций одному из существующих подразделений Управления цифрового развития Липецкой области – но тогда это повлечет за собой перераспределение функций в данном Управлении).

Внедрение подобных систем представляет собой сложный консалтинговый проект стратегического уровня, который может быть выполнен как силами специалистов Администрации Липецкой области (с опорой на опытную и квалифицированную команду Управления цифрового развития), так и с привлечением внешней команды профессионалов (которая в любом случае

должна будет работать в тесном взаимодействии со специалистами Администрации Липецкой области).

Но при любом из описанных вариантов организационного решения это потребует формирования проектной команды, для участников которой на период внедрения системы данный проект станет основным занятием. Это, в свою очередь, потребует целевого выделения бюджета проекта и «бюджета времени» специалистов Администрации Липецкой области – причем не только непосредственных участников проектной команды, но и тех специалистов, которые будут участвовать в процессах организационной диагностики и уточнения картины бизнес-процессов, выборе и тестировании альтернативных решений, в рефлексии результатов апробации системы.

Следует особо подчеркнуть, что «бюджет времени» потребуется и представителям высшего руководства Липецкой области, которые будут курировать данный проект. А учитывая его стратегическую значимость и возможность проявления эффекта «сопротивления изменениям» крайне желательно внимание к данному проекту и заинтересованность в его успехе лично Губернатора Липецкой области.

Российский и международный опыт реализации подобных проектов свидетельствуют о том, что подобные инвестиции рабочего времени первых лиц окупаются сторицей за счет повышения эффективности управления, в том числе в виде своевременного реагирования на шоковые воздействия, принятия компенсирующих мер и уменьшения ущерба от шоков.

Заключение

В современных условиях, когда регионы регулярно сталкиваются с экономическими, эпидемиологическими, геополитическими и климатическими шоками, способность социально-экономической системы адаптироваться к таким вызовам становится критически важной. Особенно это актуально для сектора МСП, который, несмотря на свою уязвимость, играет ключевую роль в устойчивом развитии регионов.

Проведенное исследование подтвердило, что повышение шокоустойчивости регионов требует применения современных цифровых решений, способных не только оперативно оценивать риски, но и прогнозировать последствия кризисов, а также поддерживать принятие обоснованных управленческих решений. Липецкая область была выбрана в качестве примера применения разработанной модели благодаря развитой предпринимательской среде, наличию продуманных стратегических направлений развития и сильной команды управления цифрового развития.

В рамках работы удалось достичь поставленной цели – адаптировать модель Леонтьева для прогнозирования последствий шоковых воздействий на МСП региона и на этой основе разработать концепцию и архитектуру СППР по обеспечению шокоустойчивости сектора МСП региона. Практическая значимость работы выражается в возможности применения полученной новой

прогнозной модели в качестве ядра СППР органами власти при планировании и реализации политик и конкретных мер поддержки сектора МСП в условиях неопределенности.

Таким образом, результаты исследования вносят вклад в развитие теоретических и прикладных подходов к управлению региональной шокоустойчивостью и могут быть использованы как основа для дальнейших разработок в области цифровой трансформации механизмов антикризисного управления.

В качестве перспективы продолжения работы можно обозначить разработку методических рекомендаций по внедрению СППР в системы управления конкретных регионов и муниципальных образований, ориентирующие пользователей на использование методов многокритериального анализа альтернатив и систем распределенного искусственного интеллекта [28; 29].

Кроме того, своей актуальной задачей авторы видят доработку модели в направлении расчета II квадранта матрицы Леонтьева, представленной в табл. 1 (в данной работе были рассчитаны только I и III квадранты). Тем самым мы узнаем не только распределение производства (поставщиков), которое представлено в столбцах матрицы Леонтьева, но и распределение потребления, представленное в ее строках. Это весьма актуально, поскольку предприятия сектора МСП преимущественно работают в сегменте b2c (business-to-consumer, бизнес для потребителя), а не b2b (business-to-business, бизнес для бизнеса). И именно конечные потребители, а не крупный бизнес являются определяющими во влиянии на итоговые показатели МСП.

Не зная элементов матрицы прямых затрат, мы не могли этого сделать (было слишком много неизвестных – больше, чем уравнений). Но теперь, когда мы их знаем, можно написать «нормальные» уравнения Леонтьева (по строкам) и чисто аналитически получить разбивку удовлетворенного спроса конечных потребителей (b2c) между секторами крупного бизнеса и МСП.

Библиографический список

1. Жихаревич Б.С., Климанов В.В., Марача В.Г. Шокоустойчивость территории: концепция, измерение, управление // Региональные исследования. 2020. № 3. С. 4–15.
2. Песоцкий А.А. Устойчивость к экономическому шоку на региональном уровне в условиях пандемии COVID-2019 // Проблемы преобразования и регулирования региональных социально-экономических систем: Сб. научн. трудов. Вып. 49 / под научной ред. д.э.н., проф. С.В. Кузнецова. ИПРЭ РАН. – СПб.: ГУАП, 2021. С. 96–114.
3. Rose A., Dormady N. (2018). Advances in Analyzing and Measuring Dynamic Economic Resilience. In: Trump B.D., Florin M.V. and Linkov I. (Eds.). IRGC Resource Guide on Resilience (vol. 2): Domains of resilience for complex

- interconnected systems. Lausanne: EPFL International Risk Governance Center. – URL: <https://ssrn.com/abstract=3271921>.
4. Briguglio L., Cordina G., Farrugia N. and Vella S. (2005). Conceptualising and measuring economic resilience. In: Chand S. (ed.) Pacific Islands Regional Integration and Governance. Canberra: Co-published by ANU E Press and Asia Pacific Press, pp. 26–49.
 5. Иванов П.А. К вопросу о методике экспресс-оценки устойчивости экономики территорий к внешним шокам // Journal of Economy and Business, vol. 6-1 (88), 2022. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-metodike-ekspress-otsenki-ustoychivosti-ekonomiki-territoriy-k-vneshnim-shokam>.
 6. Устойчивость (резилиентность) социально-экономических систем дальневосточного макрорегиона в условиях внешних шоков: территориальный аспект: отчет о НИР (промежуточн.) / ФАНУ «Восточный центр государственного планирования»; рук. А.А. Кисленок; исполн. Е.Б. Веприкова, М.В. Бурик, Е.А. Сухарева [и др.]. – Хабаровск, 2023. – 277 с. – Рег. № НИОКТР 123040600010-7.
 7. Акбердина В.В. Факторы резильентности в российской экономике: сравнительный анализ за период 2000–2020 гг. // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2021. Т. 17. Вып. 8. С. 1412–1432.
 8. Смольянова И.В. Анализ взаимообусловленности приоритетов региональной социально-экономической политики и устойчивости территориального развития // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Том 12. № 10. С. 2687–2700. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49851258_52437112.pdf.
 9. Рейтинг российских агломераций по степени устойчивости к кризисным явлениям в 2020 году // Портал «MACON. Real Estate Consultant». 22.04.2020. – URL: <https://macon-realty.ru/publications/CommentsAndPredictions/rejting-rossijskih-aglomeracij-po-stepeni-ustoychivosti-k-krizisnym-yavleniyam-v-2020-godu>.
 10. Foster K.A. (2007). A case study approach to understanding regional resilience. Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley, Working Paper, No. 2007–08.
 11. Климанов В.В., Казакова С.М., Михайлова А.А. Ретроспективный анализ устойчивости регионов России как социально-экономических систем // Вопросы экономики. 2019. № 5. С. 46–64.
 12. ESG-рэнкинг субъектов РФ – Методика // Сайт Рейтинговой группы RAEX. 09.12.2021. – URL: https://raex-rr.com/ESG/ESG_regions/ESG_rating_regions/2021/methods/
 13. ЭКГ-рейтинг регионов России представят на Петербургском международном экономическом форуме. Проект реализуется рейтинговым агентством RAEX совместно с командой ЭКГ-рейтинга // Портал

«ДЕМинформ». 15.05.2025. – URL: <https://deminform.ru/news/ekg-reyting-regionov-rossii-predstavlyat-na-pmef>.

14. Трифонов Ю.В., Веселова Н.В. Методологические подходы к анализу структуры экономики на региональном уровне // Вопросы статистики. 2015. № 2. С. 37–49.
15. Лякин А.Н. Структурные сдвиги в российской экономике: потенциал деловых циклов исчерпан // ЭКО. 2020. № 7. С. 8–28.
16. Земцов С.П. Источники роста деловой активности в регионах России в условиях внешних шоков // Журнал Новой экономической ассоциации. 2025. № 1(66). С. 291–300.
17. Аванесян Э.А., Радковская Е.В. Моделирование развития малого и среднего предпринимательства как фактор экономической и информационной безопасности региона // Безопасность информационного пространства. Сборник трудов XIX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Екатеринбург, 2021. С. 45–48.
18. Плотникова Е.Г. Исследование операций в экономике. Математическое моделирование экономических процессов. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2022. – 184 с. – Глава 2. Балансовые модели.
19. Баранов А.О., Дондоков З.Б.-Д., Слепенкова Ю.М. Построение и использование региональных межотраслевых моделей для анализа и прогнозирования развития экономики регионов // Идеи и идеалы. 2016. Т. 2. № 4(30). С. 66–85.
20. Hewings, G.J.D. (1985). Regional Input-Output Analysis. Reprint. Edited by Grant Ian Thrall. WVU Research Repository, 2020. – 75 p.
21. Bonfiglio A. (2005). A Sensitivity Analysis of the Impact of CAP Reform. Alternative Methods of Constructing Regional I-O Tables. – Ancona, Italy. – (PhD Studies / Associazione Alessandro Bartola; vol. 1).
22. Miser H.J. (ed.) (1995). Handbook of Systems Analysis: Cases. John Wiley & Sons, New York.
23. Miser H.J., Quade E.S. (1985). Handbook of Systems Analysis: Overview of Uses, Procedures, Applications and Practice. North Holland, New York.
24. Miser H.J., Quade, E.S. (1988). Handbook of Systems Analysis: Craft Issues and Procedural Choices. John Wiley & Sons, New York.
25. Джексон М.К. Системное мышление: Творческий холизм для менеджеров / науч. ред. и пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. – Томск: Изд. Дом Том. гос. ун-та, 2016. – 404 с.
26. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 408 с.

27. Bepalov S.V., Maracha V.G. (2017). Strategic Cycle of Public Administration in the Context of the Multimodality Principle and the Idea of a «Viable» State // Государственная служба. Том 19. № 4 (108). С. 25–31.
28. Осипов В.П., Судаков В.А. Комбинированный метод поддержки принятия многокритериальных решений // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015. № 30. – 21 с. – URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2015-30>.
29. Осипов В.П., Сивакова Т.В., Судаков В.А., Нечаев Ю.И. Интеллектуальное ядро системы поддержки принятия решений / В.П. Осипов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2018. № 205. – 23 с. – URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2018-205>.

Оглавление

Введение	3
Адаптация модели Леонтьева для прогнозирования последствий шоковых воздействий	5
Расчет параметров модели Леонтьева с секторами крупного бизнеса и МСП в качестве «отраслей»	8
Апробация модели на данных по Липецкой области и оценка краткосрочного урона от шоков 2019 и 2020 гг.	11
Методология системного анализа как основа СППР по обеспечению шокоустойчивости сектора МСП	14
Концепция и архитектура СППР	16
Рекомендации по внедрению СППР в Липецкой области	18
Заключение	19
Библиографический список	20