

Научная статья

УДК 330.44+303.725.34 + 330.131.52

JEL C53, C61, C67

DOI 10.25205/2542-0429-2024-24-3-52-70

Об одном подходе к построению базовой модели как информационной основы модельного комплекса ОМММ-ТЭК

Никита Иванович Суслов¹
Владимир Федорович Бузулуцков²

^{1,2} Институт экономики и организации промышленного производства
Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

¹Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия

¹ nsus@academ.org, <https://orcid.org/0000-0001-8899-7906>

² buzulu@ieie.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5538-1902>

Аннотация

На основе многолетнего опыта использования оптимизационной межотраслевой межрегиональной модели с детализированным блоком ТЭК (ОМММ-ТЭК) рассматривается проблема циклического информационного обновления моделей данного типа. Ее предлагается решать под углом зрения формирования непротиворечивой информационной среды модельного комплекса, состоящего из двух прогнозных моделей и модели базового года. Последняя задает систему стоимостных измерителей, привязанных к ценам базового года, в которых измеряются решения прогнозных моделей. Проведенный сравнительный анализ отраслевой номенклатуры модели и таблиц «затраты – выпуск» позволяет увидеть источники противоречивости информационной среды и количественно оценить ее меру. В условиях отсутствия региональных таблиц «затраты – выпуск» как основного информационного источника, когда есть только таблицы «затраты – выпуск» РФ, процесс «регионализации» таблиц предлагается проводить в самой базовой модели, используя структурные элементы модельного комплекса ОМММ-ТЭК. Для этого организуется итеративный сходящийся процесс оптимальных решений базовой модели с применением ряда количественных критериев. Таким образом, параллельно с «регионализацией» таблиц «затраты – выпуск» решается проблема формирования непротиворечивой модельной информационной среды для передачи в прогнозную модель сбалансированных параметров и переменных базовой модели.

Ключевые слова

информационная среда модели, сходящийся итеративный процесс, модульная структура модели

© Суслов Н. И., Бузулуцков В. Ф., 2024

Источник финансирования

Исследование выполнено по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект «Интеграция и взаимодействие мезоэкономических систем и рынков в России и ее восточных регионах: методология, анализ, прогнозирование» № 121040100284-9

Для цитирования

Суслов Н. И., Бузулуцков В. Ф. Об одном подходе к построению базовой модели как информационной основы модельного комплекса ОМММ-ТЭК // Мир экономики и управления. 2024. Т. 24, № 3. С. 52–70. DOI 10.25205/2542-0429-2024-24-3-52-70

On One Approach to Constructing a Basic Model as an Information Basis for the OMMM-TEK Model Complex

Nikita I. Suslov ¹, Vladimir F. Buzulutskov ²

^{1,2} Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS
Novosibirsk, Russian Federation

¹ Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation

¹ nsus@academ.org, <https://orcid.org/0000-0001-8899-7906>

² buzulu@ieie.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5538-1902>

Abstract

Based on the experience of using an optimization input-output inter-regional model with a detailed energy sector (OMMM-TEK), the problem of cyclical information updating in the models of this type is considered. It is proposed to solve it from the point of view of forming a non contradictory information environment of the model complex, which consists of two forecast models and a base year model. The latter model defines a system of cost indicators linked to the prices of the base year, in which the decisions of forecast models are measured. The conducted comparative analysis of the industry nomenclature of the model and the “inputs – output” tables allows us to see the sources of contradictions of the information environment and to quantitatively assess their extent. In the absence of regional «input-input» tables as the main information source, when there are only «input-output» tables of the Russian Federation, the process of «regionalization» of the tables is proposed to be carried out in the model of a base year, using the structural elements of the OMMM-TEK model complex. To do this, an iterative convergent process of optimal solutions to the base model is organized using a number of quantitative criteria. Thus, in parallel with the «regionalization» of the input-output tables, the problem of forming a non contradictory information environment for transferring balanced parameters and variables of the base model to the forecast model is solved.

Keywords

information environment of the model, convergent iterative process, modular structure of the model

Funding

The article was carried out under the research plan of the institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, project “Integration and interaction of mesoeconomic systems and markets in Russia and its eastern regions: methodology, analysis, forecasting” №. 121040100284-9

For citation

Suslov N. I., Buzulutskov V. F. On one approach to constructing a basic model as an information basis for the OMMM-TEK model complex. *World of Economics and Management*, 2024, vol. 24, no. 3, pp. 52–70. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2024-24-3-52-70

Информационно-программно-модельный комплекс ОМММ-ТЭК. Постановка проблемы преодоления противоречивости информационной среды

В статье ставится проблема формирования «непротиворечивой» информационной среды модельного комплекса прогнозных межрегиональных моделей ОМММ-ТЭК и предлагается эмпирический подход для преодоления этой противоречивости, основанный на использовании свойств оптимизационных моделей и структурных элементов комплекса.

На протяжении многих лет в ИЭОПП СО РАН для получения макроэкономических оценок последствий долгосрочных взаимодействий ТЭК и экономики РФ в межотраслевом и межрегиональном разрезах применяется Оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель с элементами национальных счетов и детализированным представлением ряда отраслей и продуктов ТЭК (ОМММ-ТЭК). Ее особенностью является совмещение подходов стоимостных и топливно-энергетических балансов. Она была разработана Н. И. Сусловым и А. А. Чернышовым в 80-х гг. прошлого века [1] на основе «канонической» ОМММ, предложенной академиком А. Г. Гранбергом [2] и развиваемой его школой [3–5]. Так, ОМММ-ТЭК использовалась для оценок эффективности газификация южной зоны Сибири, альтернатив развития атомной энергетики, распространения тепловых насосов и новых технологий воспроизводимых источников энергии (ВИЭ), для определения реакции макрорегионов страны на резкое снижение экспортной активности Кузбасса и Тюменской области в части угля и природного газа и т. д.

Эволюция многолетнего моделирования привела к формированию информационно-программно-модельного комплекса (ИПМК) ОМММ-ТЭК с достаточно устойчивой структурой [6]. На рис. 1 показано, что сам модельный комплекс состоит из двух одинаковых (по структуре функциональных блоков) полудинамических моделей *последовательных прогнозных периодов* (2020–2035, 2036–2045 гг.) и статической модели базового года (2019 г.). Связь между моделями осуществляется на основе принципа прямой рекурсии, т. е. когда часть переменных, полученных в результате решения, и параметров модели предшествующего периода передается в виде граничных, начальных и параметрических условий в модель последующего периода [1, с. 50–52].

Свойство многопериодности отражено на рис. 1 двояко. С одной стороны, по прямой рекурсии из модулей 1 и 2 результаты решений модели базового года (базовой модели) и первого прогнозного периода поступают как сегменты исходных данных в модули 1 соответственно первого и второго прогнозных периодов, формируя условия преемственности решения модели следующего периода. С другой стороны, каждая прогнозная модель в зависимости от возникающих исследовательских задач может использоваться и часто используется автономно, так как для каждого периода решается своя оптимизационная задача линейного программирования, находится оптимальное решение и это решение обрабатывается своим комплексом программ (модулями обработки 2–5 на рис. 1).

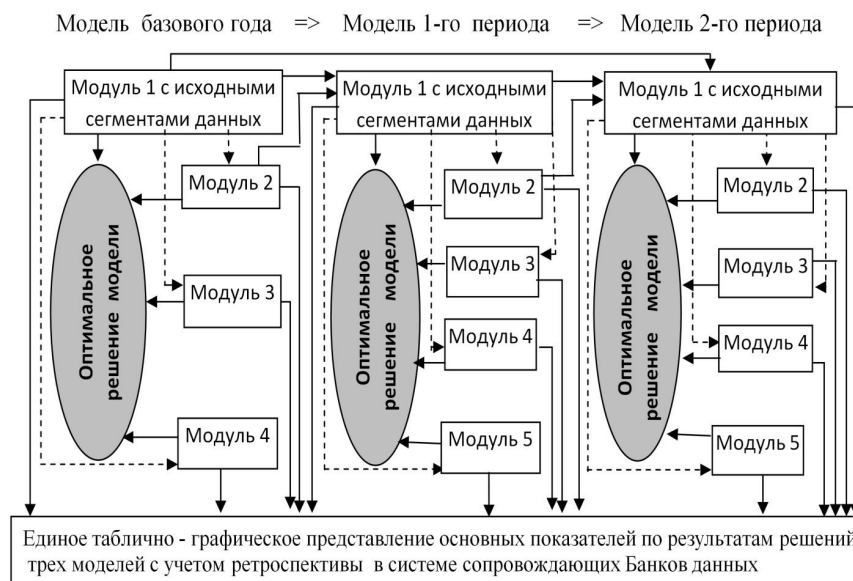


Рис. 1. Обобщенная схема функционирования информационно-программно-модельного комплекса OMMM-ТЭК

Fig. 1. Generalized diagram of the functioning of the information-software-model complex OMMM-TEK

В соответствии с формальной постановкой [4, с. 12–28] прогнозную модель OMMM можно определить как оптимизируемую по выбранному критерию систему региональных балансов трех видов: межотраслевых балансов производства и распределения продукции и услуг (МОБ или таблиц «затраты – выпуск»), балансов трудовых ресурсов (занятых по видам экономической деятельности) и балансов инвестиций в основной капитал. В случае OMMM-ТЭК в эту систему добавляются натуральные балансы продуктов ТЭК.

Региональные балансы объединены межрегиональными транспортно-экономическими связями и структурными соотношениями критерия максимизируемого уровня конечного потребления. В случае OMMM-ТЭК это затраты на фактическое конечное потребление домашних хозяйств в заданной межрегиональной структуре. Выбор данного показателя в качестве критерия обосновывается тем, что, с одной стороны, он характеризует стратегическую социальную цель – рост общественного благосостояния, а с другой, он регулярно представлен (с 1998 г.) в официальной статистике по субъектам Федерации как элемент системы национальных счетов (СНС) и одновременно может быть получен в национальном разрезе из столбцов конечного потребления таблицы использования товаров и услуг как элемента системы таблиц «затраты – выпуск» (ТЗВ).

Динамика в моделях данного типа задается законом роста инвестиций, которые представляются по их выделенным видам (строительство СМР, машины и оборудование и т. д.) в форме эндогенных переменных, линеаризуемых определенным образом [4, с. 22–28]. Полудинамический характер OMMM означает,

что по сравнению с динамической постановкой, в которой общее число уравнений и переменных возрастает почти пропорционально числу лет прогнозного периода и уравнения выражают воспроизводство основного капитала по годам [4, с. 13–14], прогнозный период представляется базовым годом, предшествующим его началу, его длительностью, его конечной точкой (последним годом периода) и законом перехода из начальной точки в конечную. Чаще всего используется (и в ОМММ ТЭК) степенной закона роста инвестиций, определяющий их динамику в форме среднегодовых темпов прироста за период.

Таким образом, в решении ОМММ описывается некоторое оптимальное состояние экономики страны и регионов в последнем году прогнозного периода и среднегодовая динамика показателей, в результате которой это состояние достигается по отношению к базовому состоянию. Решение ОМММ-ТЭК включает производство и использование общественного продукта в региональном разрезе по отраслям, топливно-энергетическим технологиям, видам инвестиций в основной капитал, а также объемы межрегиональных перевозок транспортабельной продукции, государственные расходы на коллективные нужды и затраты на фактическое конечное потребление домашних хозяйств. Экзогенными переменными (константами) являются параметры экспорта и импорта товаров и услуг, расчетными переменными – ВРП и изменение запасов материальных оборотных средств. Понятно, что в случае ОМММ-ТЭК решение модели 1-го периода является базовым состоянием для решения модели 2-го периода (см. рис. 1).

В рамках общей схемы функционирования ОМММ с учетом особенностей ОМММ-ТЭК ставится задача, решению которой посвящена статья, – построение непротиворечивой информационной среды базовой и прогнозных моделей как основы повышения качества прогнозных решений. Главное внимание в силу ограниченности размеров статьи будет уделено модели базового года (базовой модели). Исходя из балансового типа ОМММ-ТЭК и специфики ее построения, под информационной средой следует понимать все множество стоимостных и натуральных показателей, а также показателей занятости населения по отраслям и видам деятельности, описывающих базовые и прогнозные состояния, получаемые в результате решений моделей.

Противоречивость модельной информационной среды возникает как из-за свойств самой модели, так и под влиянием постоянно эволюционирующей внешней информационной среды, из которой избирательно формируется модельная среда. К таким свойствам ОМММ следует отнести привязку модели к конкретным временным периодам (точкам отсчета) и вытекающей из этого свойства необходимости циклического обновления информационной среды при смене периодов: меняется точка отсчета (период) – меняется информационная среда [7, с. 104]. В прогнозных решениях моделей этого типа оптимизация динамики региональных стоимостных пропорций производства и потребления проходит в неизменных ценах базового года. Поэтому при смене прогнозного периода модели (в случае ОМММ-ТЭК – первого прогнозного периода) меняется и вся система измерителей – цен, в которых рассчитываются объемные, структурные и удельные показатели (материалоемкость, капиталоемкость, трудоемкость и т. д.). Так, в исторической ретроспективе применения двухпериодных и однопериодных версий

ОМММ-ТЭК по прогнозным периодам и точкам отсчета (последние приведены в скобках) можно обозначить (в годах) пять циклов информационного обновления, последний из которых продолжается и сейчас: 1986–2000, 2001–2010 (1985); 1991–2005 (1990); 1999–2010, 2011–2020 (1998); 2008–2020, 2021–2030 (2007); 2020–2035, 2036–2045 (2019). При многолетней эксплуатации многопериодного модельного комплекса естественной «технической» причиной информационного обновления является «истечение» первого прогнозного периода или превращения значительной его части в ретроспективу. Именно при обновлении информационной среды модели и возникают элементы ее противоречивости, которые будут рассмотрены далее.

С другой стороны, циклы обновления предопределены развитием самой статистики (внешней информационной средой). Информационную основу построения ОМММ советского времени составляли МОБ СССР, союзных республик (1959, 1966, 1972, 1977, 1982, 1987 гг.) и экономических районов (1977, 1982, 1987 гг.), разрабатывавшиеся союзными и республиканскими органами статистики в концепции Баланса народного хозяйства с использованием классификатора ОКОНХ¹. С переходом в середине 90-х гг. прошлого века российской статистики к системе Национальных счетов (СНС) ТЗВ Российской Федерации становятся составной частью СНС, развитие части и целого происходит как единый процесс, поскольку весь понятийный аппарат и методология оценки показателей СНС и ТЗВ полностью идентичны [8, с. 15, 17–18].

В 2017 г. впервые в новейшей истории РФ была опубликована система детализированных ТЗВ за 2011 г. (248 товаров и услуг, 178 видов деятельности). В дальнейшем Росстатом была задана точка отсчета и периодичность построения ТЗВ двух видов: «базовых» (т. е. детализированных, базирующихся на статистических обследованиях) раз в 5 лет (2011, 2016, 2021 гг.) и ежегодных, агрегированных симметричных таблиц ресурсов и использования товаров и услуг, охватывающих «межбазовые» годы (2012–2015, 2017–2020 гг.) (59–61 продуктов и услуг). Была определена также периодичность обнародования ТЗВ: для базовых таблиц – через 37 месяцев после отчетного периода, для ежегодных ТЗВ, выстраиваемых на основе базовых, – через 25 месяцев после отчетного периода [8, с. 24]. ТЗВ за 2011–2020 гг. выходили уже в концепции СНС-2008, пришедшей на смену СНС-1993 [8, с. 15]. В их рамках происходила неоднократная смена самих классификаторов отраслей и продуктов. Если ТЗВ за 2011–2016 гг. были построены в классификаторах ОКВЭД-2007, ОКПД-2007², сменивших ОКВЭД, ОКПД, то ТЗВ за 2016–2020 гг. выстраивались уже в новой версии ОКВЭД2, ОКПД2³.

¹ Общесоюзный классификатор отраслей народного хозяйства. Для периода 1992–2004 гг. Общероссийский классификатор отраслей народного хозяйства.

² ОКВЭД-2007 – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2007 (КДЕС ред. 1.1), утвержден приказом Ростехрегулирования от 22.11.2007 № 329-ст; гармонизирован с NACE rev.1.1; ОКПД-2007 – Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2007 (КПЕС 2002), утвержден приказом Ростехрегулирования от 22.11.2007 № 329-ст; гармонизирован с СРА 2002 [8, с. 15].

³ ОКВЭД2 – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2), утвержден Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст; гармонизирован с NACE rev.2; ОКПД2 – Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2014(КПЕС 2008), утвержден Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст; гармонизирован

Исследователями отмечается отсутствие в настоящее время достаточно представительного временного ряда российских таблиц ТЗВ, составленных в единой методологии, что квалифицируется как одно из основных информационно-методических ограничений анализа и прогнозирования на основе метода «затраты – выпуск» [9, с. 64–65].

Можно заключить, что задача обновления ИПМК ОМММ-ТЭК определяется обоими описанными выше моментам. Первый прогнозный период функционировавшей ранее версии ОМММ-ТЭК (2008–2020 гг.) стал полностью ретроспективной. В то же время с 2016 г. действует новая редакция ОКВЭД2, в которой заметно изменились структура и содержание некоторых разделов классификатора видов деятельности.

Отраслевая номенклатура ОМММ-ТЭК как обобщенный показатель модельной информационной среды. Смена и редакция классификаторов отраслей, видов деятельности и продуктов находит естественное выражение в изменении содержания столбцов и строк ТЗВ, которые уже по принципу своего построения выступают как агрегированные (в разной степени) стоимостные балансовые формы представления этих отраслей, видов деятельности и продуктов в годовом разрезе. Поэтому содержательные изменения в ТЗВ и сама размерность таблиц непосредственно влияют на формирование информационной основы ОМММ и качество этой основы. Исследователь при выборе отраслевой номенклатуры «своей» модели вынужден считаться с уровнем агрегации ТЗВ, сужая область экспертных оценок или, наоборот, расширяя за счет привлечения других источников.

Таблица 1

Номенклатура модели ОММ-ТЭК по отраслям, видам деятельности и продуктам. Показатели соответствия модельной и внешней информационной среды

Table 1

Nomenclature of the OMM-TEK model by industry, type of activity and product. Indicators of correspondence between the model and external information environment

1. Блок не связанных с ТЭК отраслей и видов деятельности	
1	Добыча и обогащение руд черных металлов (0) (125,9 %, 100,0 %, ТЗВ-2016)
2	Производство черных металлов (0) (102,1 %, 97,0 %, ТЗВ-2016)
3	Добыча и обогащение руд нежелезных металлов (0) (100,1 %, 89,5 %, ТЗВ-2016)
4	Производство цветных металлов. Производство ядерного топлива (0) (103,3 %, 98,9 %, ТЗВ-2016)

с СРА 2008 [8, с. 15]. Для создания информационной основы построения таблиц за 2017-й и последующие годы Росстатом был осуществлен пересчет таблиц ресурсов и использования за 2016 год в структуру ОКВЭД2.

Продолжение табл. 1

5	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования (1) (100,5 %, 91,6 %, ТЗВ-2019)
6	Добыча полезных ископаемых, кроме металлических руд и продуктов ТЭК, указанных в блоке 3 (0) (105,1 %, 91,9 %, ТЗВ-2016)
7	Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения (1) (99,9 %, 96,0 %, ТЗВ-2019)
8	Производство бумаги и бумажных изделий (1) (103,0 %, 96,9 %, ТЗВ-2019)
9	Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации (1) (103,6 %, 95,6 %, ТЗВ-2019)
10	Производство прочей неметаллической минеральной продукции (1) (100,2 %, 95,6 %, ТЗВ-2019)
11	Производство текстильных изделий, одежды, кожи, изделий из кожи (1) (103,9 %, 97,8 %, ТЗВ-2019)
12	Производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий (1) (90,8 %, 88,4 %, ТЗВ-2019)
13	Производство мебели, прочих готовых изделий. Ремонт и монтаж машин и оборудования (2) (96,3 %, 87,5 %, ТЗВ-2019)
14	Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях (1) (111,8 %, 99,6 %, ТЗВ-2019)
15	Лесоводство и лесозаготовки (1) (98,3 %, 91,4 %, ТЗВ-2019)
16	Рыболовство и рыбоводство (1) (190,2 %, 99,7 %, ТЗВ-2019)
17	Торговля, оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов (3) (104,2 %, 93,8 %, ТЗВ-2019)
18	Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания (1) (97,0 %, 95,0 %, ТЗВ-2019)
19	Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление других услуг (10) (94,4 %, 91,9 %, ТЗВ-2019)
20	Деятельность финансовая и страховая (1) (99,7 %, 99,5 %, ТЗВ-2019)
21	Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение (1) (100,2 %, 100,0 %, ТЗВ-2019)
22	Образование (1) (100,1 %, 99,9 %, ТЗВ-2019)
23	Здравоохранение (2) (99,7 %, 99,5 %, ТЗВ-2019)
24	Предоставление прочих социальных, бытовых и персональных услуг (6) (100,7 %, 98,4 %, ТЗВ-2019)

Окончание табл. 1

2. Блок сопряженных с ТЭК отраслей и видов деятельности	
25	Производство машин и оборудования не специализированного (0) (95,5 %, 92,9 %, ТЗВ-2016)
26	Производство электрического оборудования (1) (95,4 %, 88,8 %, ТЗВ-2019)
27	Производство машин и оборудования для добычи полезных ископаемых и строительства (0) (86,0 %, 72,2 %, ТЗВ-2011)
28	Производство химических веществ и химических продуктов; производство лекарственных средств и материалов, производство резиновых и пластмассовых изделий (3) (96,7 %, 90,9 %, ТЗВ-2019)
29	Строительство (1) (98,6 %, 96,9 %, ТЗВ-2019)
30	Оказание услуг по добыче нефти и газа (0) (95,5 %, 90,5 %, ТЗВ-2016)
31	Деятельность железнодорожного транспорта (0) (108,1 %, 99,1 %, ТЗВ-2016)
32	Деятельность прочих видов транспорта; складское хозяйство и вспомогательная транспортная деятельность (0) (94,8 %, 92,8 %, ТЗВ-2016)
33	Транспортирование магистральными нефтепроводами (–1) (94,8 %, 87,5 %, ТЗВ-2016)*
34	Транспортирование магистральными газопроводами (–1) (94,8 %, 87,5 %, ТЗВ-2016)*
35	Информация и связь (4) (100,7 %, 98,3 %, ТЗВ-2019)
36	Водоснабжение, сбор и утилизация отходов (2) (95,3 %, 91,6 %, ТЗВ-2019)
37	Производство и распределение газообразного топлива (0) (97,8 %, 94,8 %, ТЗВ-2016)
3. Блок видов деятельности и продуктов ТЭК	
38	Добыча твердого топлива (угля и торфа) (0) (103,2 %, 99,8 %, ТЗВ-2016)
39	Добыча нефти и попутного газа (0) (97,9 %, 83,5 %, ТЗВ-2016)
40	Добыча природного газа и газового конденсата (0) (107,1 %, 85,6 %, ТЗВ-2016)
41	Переработка твердого топлива в другие виды топлива (0) (98,0 %, 92,4 %, ТЗВ-2016)
42	Производство темных нефтепродуктов (–1) (94,8 %, 85,6 %, ТЗВ-2016)**
43	Производство светлых нефтепродуктов (–1) (94,8 %, 85,6 %, ТЗВ-2016)**
44	Производство, передача и распределение электроэнергии (0) (111,5 %, 97,9 %, ТЗВ-2016)
45	Производство, передача и распределение пара и горячей воды (0) (73,1 %, 65,1 %, ТЗВ-2016)

Источники: рассчитано в разрезе отраслевой структуры ОМММ-ТЭК по данным ТЗВ. Национальные счета. Таблицы «затраты-выпуск». URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts>

Примечания:

* Трубопроводный транспорт в целом.

** Производство нефтепродуктов в целом.

В табл. 1 в обновленной в соответствии с ОКВЭД2 отраслевой номенклатуре ОМММ-ТЭК порядок расположения 45 отраслей отражает заданную ее разработчиками еще с первых версий блочную структуру построения модели, которая ориентирована на относительную неизменность отраслей «не ТЭК» (агрегированного «ядра») и развитие блока ТЭК-«периферии» [1, с. 46-47]. В табл. 1 перечислены только продукты ТЭК, но не приведена технологическая структура их производства. Так, выработка электрической и тепловой энергии осуществляется обобщенными типами энергетических объектов традиционной энергетики (АЭС, ГЭС, КЭС, ТЭЦ, ДЭС, крупными котельными, мелкими котельными и т. д.), а также способом «нетрадиционные источники энергии», который может детализироваться до уровня отдельных типов технологий.

В конце каждой строки табл. 1 в первом из двух выражений в скобках приведена цифра, показывающая меру соответствия модельной отрасли и отрасли (отраслей) из ТЗВ-2019 – основного информационного источника. Цифра «0» означает отсутствие прямого соответствия, но из детализированных отраслей модели можно, во-первых, составить агрегированную отрасль ТЗВ-2019, во-вторых, эти отрасли представлены в ТЗВ-2016 или, как в случае отрасли 27, – в ТЗВ-2011. Так, отрасли 1, 3, 6, 30, 38–40 соответствуют одной позиции в ТЗВ-2019 «добыча полезных ископаемых», но все они присутствуют отдельно в номенклатуре ТЗВ-2016. Цифры 2, 3 и более, наоборот, означают «избыточность» отраслей ТЗВ-2019 (как правило, это отрасли «ядра», не сопряженные с ТЭК), они агрегируются в модели. Например, цифра в скобках «10» отрасли 19 «операции с недвижимым имуществом...» показывает, что в модельной отрасли объединены 10 отраслей ТЗВ-2019. Цифра в скобках «1» означает полное соответствие отрасли модели и ТЗВ-2019. Наконец, цифра «–1» означает отсутствие такой отрасли в ТЗВ-2016 (и в ТЗВ-2011), но она входит там в состав «агрегата», состоящего из двух модельных отраслей или продуктов (отрасли 33, 34 и 42, 43).

Анализ предложенной шкалы показывает, что только 24 модельные отрасли из 45 (со значениями «1» и выше) имеют полное соответствие с ТЗВ -2019. т. е. почти 47 % всех случаев (со значениями «0» и «–1») этого соответствия не имеют и, следовательно, использование выпусков этих отраслей из ТЗВ-2016 (и тем более из ТЗВ-2011) для получения физических объемов 2019 г., выраженных в основных ценах, уже является неформальной задачей и требует экспертных оценок с привлечением других статистических источников (данных по отгруженной продукции, статистики натуральных показателей и цен, индексов физического объема и т. д.). Таким образом, если поставить задачу воспроизвести в решении базовой модели в масштабе страны в формате таблицы использования товаров и услуг за 2019 г. стоимостные пропорции отраслевых потоков, идущих на промежуточное и конечное использование, то почти для половины отраслей ОМММ-ТЭК эти пропорции становятся объектом экспертной оценки.

Во вторых скобках строк табл. 1 первое из двух, значений выраженных в процентах, это отношение выпуска институциональной отрасли (в основных ценах) к выпуску «чистой» отрасли, второе значение – это доля продукции, производимая институциональной отраслью по основному виду своей деятельности, в выпуске всей «чистой» отрасли (источник указан здесь же). Напомним, что про-

дукция чистой отрасли есть сумма продукции данного вида, которую произвела институциональная отрасль по основному виду деятельности и продукции этого вида, которая произведена другими институциональными единицами в качестве не основных видов деятельности.

Размах вариации для первого значения составляет от 73,1 % (отрасль 45, производство, передача и распределение пара и горячей воды) до 190,2 % (отрасль 16, рыболовство и рыбоводство) при среднем арифметическом для всей выборки – 101,6 %. Во втором случае разброс значительно меньше: от 100 % (т. е. вся продукция данного вида производится институциональной отраслью) до 65,1 % (та же отрасль 45, что и в первом случае, производящая тепловую энергию) – при среднем арифметическом 92,6 %. Таким образом, в отраслевом формате ОМММ-ТЭК институциональной отраслью по основному виду своей деятельности в среднем производится только 93 % продукции чистой отрасли. Эти соотношения фактически количественно выражают еще один фактор противоречивости модельной информационной среды. Частичное его преодоление заложено в особенности построения ОМММ-ТЭК, в моделировании производства ряда продуктов технологиями, выпускающими одновременно два продукта (добыча нефти и попутного газа, добыча природного газа и газового конденсата, производство электрической и тепловой энергии на ТЭЦ, КЭС, АЭС и т. д.). Для таких обобщенных технологий существование «противоречия» между «чистой» и институциональной отраслью является естественным, поскольку оно обусловлено технологическими особенностями производства продуктов. Так, если отраслью 45 производится 65,1 % чистого продукта «тепловая энергия» (см. табл. 1), то из анализа таблицы ресурсов ТЗВ-2016 следует, что на отрасль 44 «производство, передача и распределение электроэнергии» в качестве не основной деятельности приходится производство (перечисленными выше технологиями) 30 % чистого продукта «тепловая энергия».

Построение непротиворечивой модельной информационной среды как итеративный сходящийся процесс оптимальных решений базовой модели

Особая роль модели базового года в условиях неполной информации. В структуре ОМММ как системы балансов трех типов (см. предыдущий раздел) ключевую роль играют балансы по продукции. При значительном продвижении внешней информационной среды в части ТЗВ РФ за всю новейшую историю России, насколько нам известно, Росстатом не было выпущено ни одной региональной таблицы «затраты – выпуск». Поэтому при каждом циклическом обновлении ОМММ и создании модельной информационной среды решается проблема «регионализации» народнохозяйственной таблицы «затраты – выпуск» в условиях неполной информации. Методология регионализации, когда для каждой группы элементов региональных матриц межотраслевых материально-вещественных потоков x_i^r и x_{ij}^r есть только контрольная сумма – значение аналогичного элемента народнохозяйственной таблицы x_i и x_{ij} , изложена в работе [10]. Нами предлагается применять эту методологию не в «домодельном» периоде, в котором строится сбалансированная система региональных таблиц, сводимых к народнохозяйствен-

ной таблице, и решение базовой модели лишь завершает построение для передач, полученных на основе балансов, параметров и переменных в прогнозную модель, а перенести этот этап непосредственно в модель, организовав итеративный сходящийся процесс решений базовой модели в рамках дихотомии: «внешняя информационная среда => формирование непротиворечивой модельной информационной среды».

Итеративный процесс оптимальных решений предполагает целенаправленную корректировку на каждом шаге отдельных ограничений, констант, параметров (таких как отраслевая материалоемкость) и основывается на жестко детерминистском характере линейной оптимизационной модели. Это значит, что при любом, даже единичном и малом, изменении параметра или действующего ограничения меняется решение (в частности, значение максимизируемого критерия-функционала) по отношению к предыдущему шагу в ту или иную сторону: на «лучше» или «хуже» (значение функционала больше или меньше). Затем следует анализ решения по выбранной системе критериев, результатом которого является корректировка параметров (ограничений, констант), вызывающих наибольшую несбалансированность и переход к следующей итерации. Несбалансированные решения, в частности, могут включать следующие ситуации: 1) недопустимость, т. е. неполучение оптимального решения как высшая степень несбалансированности; 2) получение «невязок» (дисбалансов) в оптимальном решении, т. е. ситуации, когда производство продукции одной или ряда отраслей в регионах больше, чем ее использование в стране; 3) отсутствие производства продукции транспортабельной отрасли в регионе, хотя оно должно там быть; 4) высокая оценка дефицитности продукции одной или ряда отраслей; 5) сочетание ситуаций (2)–(4) и т. д.

Непосредственным объектом анализа являются получаемые параллельно на каждой итерации аналоги региональных таблиц использования товаров и услуг, структурные элементы которой уже «встроены» в существующую модульную структуру каждой модели ИПМК⁴. В табл. 2 приведен макет такого «встроенного» элемента региональных таблиц использования товаров и услуг. Следует пояснить заголовок табл. 2, обращаясь к рис. 1.

Результаты текущих решений каждой из 3-х моделей ИПМК обрабатываются автономно «запускаемыми» предметно-ориентированными модулями обработки решений и представляются для анализа в табличном виде. Это модуль 2 (общих решений), модуль 3 (стоимостных балансов 37 отраслей «не ТЭК»), модуль 4 (стоимостных и натуральных балансов продуктов ТЭК), модуль 5 (балансов инвестиций для прогнозных моделей). В контексте этой модульной структуры в табл. 2 показан принцип построения региональных стоимостных балансов в модулях 3 и 4: одна страница книги Excel (модуля) – одна таблица использования продукции отрасли *i* в региональном и народнохозяйственном разрезах. Таким образом, региональные таблицы использования формируются по продуктам (в соответствии с делением номенклатуры

⁴ Идеологом и разработчиком блочной и модульной структуры построения ОМММ-ТЭК является Н. И. Сулов, разработчиком программного сервиса на языке Visual Basic в среде Excel, реализующего модульные построения – А. Н. Сизов.

Таблица 2

Макет структуры листа стоимостных балансов модулей 3 и 4

Table 2

Layout of the structure of the sheet of cost balances of modules 3 and 4

Таблица использования товаров и услуг отрасли i, млн руб.									
Отрасль	Е. Рос.	Зап. Сиб.	Вост. Сиб.	ДФО	Тюм. обл.	Урал.	РФ	СФО	УрФО
1	Промежуточные затраты отрасли i на отрасль 1								
2	Промежуточные затраты отрасли i на отрасль 2								
45	Промежуточные затраты отрасли i на отрасль 45								
I. Итого затраты отрасли i на промежуточное потребление									
II. Затраты отрасли i на фактическое конечное потребление домашних хозяйств									
III. Затраты отрасли i на расходы государственного. управления на коллективные товары и услуги									
IV. Затраты отрасли i на валовое накопление основного капитала; приобретение за вычетом выбытия ценностей									
V. Изменение запасов материальных оборотных средств отрасли i									
Сумма строк I–V. Итого внутренний спрос на продукцию отрасли i									

модели на блоки в табл. 1) на тридцати семи страницах модуля 3 и восьми страницах модуля 4. С целью проведения углубленного анализа отдельных частей текущего решения можно выборочно задействовать эти модули. Корректировка параметров и ограничений на каждом шаге осуществляется в модуле 1 – комплексе программ и сегментов данных по формированию условий «текущей» оптимизационной задачи линейного программирования в формате, необходимом для работы оптимизационного пакета LP-VC [11].

Поясняя табл. 2, заметим также, что региональная структура модели включает шесть макрорегионов РФ, пять из которых образуют в сумме три восточных федеральных округа: Западную Сибирь, Восточную Сибирь, Дальневосточный федеральный округ, Тюменскую область (с Ханты-Мансийским и Ямало-Ненецким автономными округами), Уральский федеральный округ без Тюменской области. Остальные регионы страны объединены в один – Европейскую Россию. Фактически, это двухзональная модель «Восток – Запад» с выделением восточных и «срединного» (Урал) регионов.

Идеология сходящегося процесса формирования непротиворечивой модельной среды. Идеологию сходящегося процесса оптимальных решений для небольшого количества регионов в контексте структурных элементов ОМММ-ТЭК можно сформулировать следующим образом. Если известны или достаточно точно оценены региональные объемы производства 45 отраслей в основных ценах и они поставлены в качестве верхних границ на эндогенные переменные выпу-

сков продукции и услуг отраслями «не ТЭК» и отраслями и технологиями ТЭК, если задана (по факту) межрегиональная структура потребления домашних хозяйств, известны или достаточно точно оценены экспорт и импорт продуктов и услуг в масштабе страны, введены в качестве констант инвестиции базового года как вычеты из продукции фондосоздающих отраслей, зафиксирована по факту доля расходов государства на коллективные нужды в суммарном ВРП (ВРП являются в модели расчетными переменными), то, корректируя параметры среднероссийской и региональной материалоемкости, транспортноемкости, параметры отраслевой региональной структуры потребления домашних хозяйств, регионального экспорта и импорта и другие (см. табл. 2), можно выйти с заданной степенью приближения к фактическому значению функционала. Естественным критерием сходящегося процесса является уменьшение на каждом шаге суммы разностей между ограничениями на переменные региональных выпусков продукции и услуг и получаемыми в решении значениями этих переменных.

На рис. 2 для базовой модели 2019 года представлена траектория функционала в момент, когда проделано 824 итерации (получено оптимальных решений). Как видно, итеративный процесс начинается не с нуля, так как используется метод

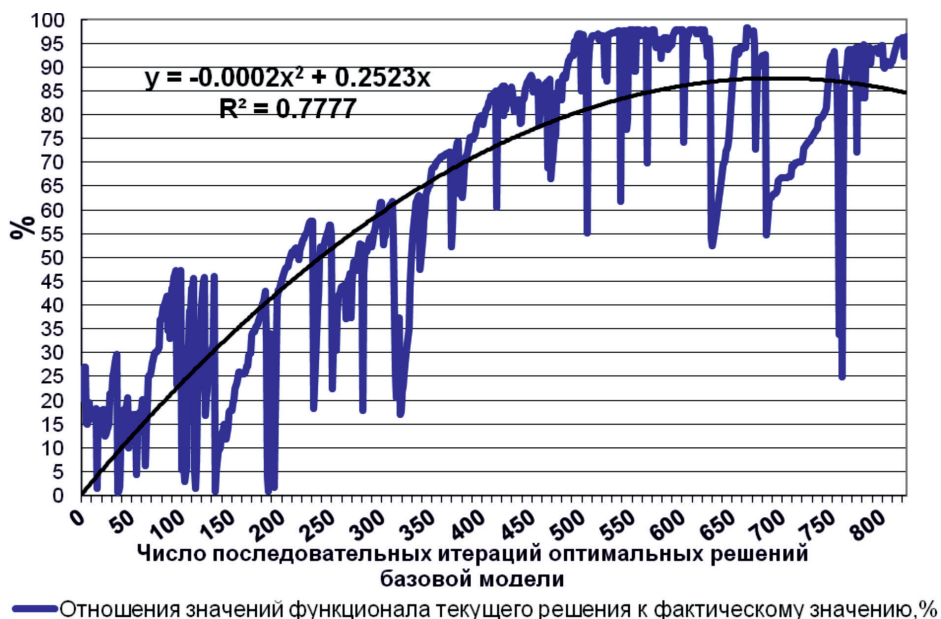


Рис. 2. Траектория функционала как показатель итеративного процесса формирования непротиворечивой модельной информационной среды

Примечание. Гладкой линией на графике показана параболическая функция второго порядка, аппроксимирующая импирический ряд оптимальных решений с максимальным приближением по критерию R^2 .

Fig. 2. Trajectory of the functional as an indicator of the iterative process of forming a model information environment

Note: The smooth line on the graph shows a second-order parabolic function that approximates the empirical range of optimal solutions with the maximum approximation according to the R^2 criterion.

«шаблона», т. е. циклическое обновление информационной модельной среды происходит в модуле 1 (см. рис. 1) путем пошаговой корректировки параметров предшествующей версии модели (предшествующего цикла обновления). Переход к очередному шагу не имеет характера строгого алгоритма, ввод параметров (констант, ограничений на переменные) и их корректировка могут осуществляться как порциями, так и по отдельным элементам по мере извлечения их из статистических источников внешней информационной среды (ТЗВ-2019, ТЗВ-2016, ТЗВ-2011 и т. д.) Отраслевая материалоемкость для ввода в модель рассчитывается в самих ТЗВ и рассматривается как их атрибут. Траектория итеративного процесса на рис. 2, являясь фрагментом счетчика оптимальных решений (структурного элемента модуля 1), полностью отражает все моменты формирования модельной информационной среды (за исключением ситуации «недопустимости») и, таким образом, включает «хронологию» замены «устаревающих» параметров на более «новые». Так, например, первоначально введенная материалоемкость из ТЗВ-2018 заменяется на параметры из выпущенных Росстатом позже ТЗВ-2019.

Изложенная идеология дает логическую схему движения итеративного процесса к «эталонным» значениям показателей через верификацию на каждом шаге достигнутой к ним степени близости. Термин «эталон» используется, во-первых, чтобы подчеркнуть, что он является ориентиром в итеративном процессе, во-вторых, для обозначения фактического значения, взятого, например, из ТЗВ-2019, в-третьих, он является приближенной оценкой факта на данный момент, которая может быть заменена (в отличие от фактического значения) другим эталоном по мере уточнения экспертной оценки с привлечением дополнительных статистических источников.

Каркасом, задающим рамки итеративного процесса, являются оценки ограничений сверху на региональные объемы производства отраслей и продуктов. Для продуктов и технологий ТЭК верификация – это пошаговая количественная оценка степени приближения эндогенных переменных выпуска в натуральном измерении к фактическим («эталонным») значениям народнохозяйственных и региональных показателей, взятых из официальных источников и баз данных (ЕМИСС). Поэтому при моделировании производства и потребления таких продуктов, как электроэнергия и тепловая энергия, в решениях базовой модели необходимо достижение полного взаимно однозначного соответствия стоимостных и натуральных пропорций. Оно реализуется путем сильного упрощения – вводом оператора перевода продукта из стоимостной формы в натуральную (и обратно), выполняющего роль средней основной цены, одинаковой для всех регионов при подчинении стоимостных пропорций ТЗВ натуральным пропорциям электробалансов и топливно-энергетических балансов. Такой же принцип применяется и для других продуктов ТЭК (нефти, газа, угля, темных и светлых нефтепродуктов).

Для отраслей «не ТЭК» расчет «эталонных» значений региональных ограничений осуществляется путем наложения на народнохозяйственный показатель выпуска в основных ценах его региональной структуры, которая предварительно оценивается с привлечением различных региональных источников (таких, как дан-

ные по отгруженной продукции, занятым в отрасли и др.). Именно по отношению к «эталонной» региональной структуре выпуска отрасли i (которая может не раз уточняться при апробировании разных вариантов оценки региональных объемов производства) с использованием количественного критерия осуществляется верификация получаемой на текущем шаге региональной структуры.

Принцип верификации не по отдельным объемным показателям, а по их положению в отраслевой структуре в целом применяется и при анализе итеративного процесса «регионализации» промежуточных затрат отрасли i в формате, представленном в табл. 2, когда вектор промежуточных затрат столбца «РФ», выраженный в процентах к итогу, сравнивается (с использованием количественного критерия) с аналогичной «эталонной» структурой, рассчитанной на основе ТЗВ-2019 и других источников.

Заключение

Итак, формирование непротиворечивой модельной информационной среды происходит путем пошаговой проверки моделью на «массовую» совместимость показателей, взятых из разнородных статистических источников внешней информационной среды. Для этого используются структурные элементы модели и система критериев, количественно определяющих близость показателей, полученных на текущем шаге, к их эталонным значениям, которые сами в значительной степени являются результатом экспертной оценки.

Но как быть с противоречием, показанным в табл. 1, между выпуском продукции и услуг институциональной и чистой отрасли? На данном этапе в ОМММ-ТЭК оно сохраняется. В базовой модели при реализации итеративного процесса осуществляется сопоставление складывающегося соотношения институциональной и чистой отрасли с фактическим или экспертно оцененным эталонным значением (см. табл. 1). Чистая отрасль на каждом шаге формируется по схеме, представленной в табл. 2, для отрасли i , т. е. как строка ее затрат в региональной таблице использования товаров и услуг, сумма элементов которой с добавлением регионального экспорта и вычитанием регионального импорта является региональным выпуском продукции чистой отрасли.

В прогнозную модель в качестве базовых значений региональных отраслевых выпусков с некоторого момента итеративного процесса передаются как поставленные сверху ограничения на региональные объемы производства отраслей, так и значения эндогенных переменных, ограничиваемых ими. Первые используются для расчета среднегодовой динамики производства отрасли в регионе, вторые фиксируются как «старые» мощности с учетом их выбытия в прогнозном периоде [4, с. 14–18].

Список литературы

1. Суслов Н. И., Чернышов А. А. Территориальные народнохозяйственные модели взаимосвязей многоотраслевых комплексов // Моделирование взаимодействия многоотраслевых комплексов в системе народного хозяйства. Отв. ред. Б. Б. Розин. Новосибирск: Наука, 1992. С. 33–52.

2. **Гранберг А. Г.** Оптимизация территориальных пропорций народного хозяйства. М.: Экономика, 1973. 188 с.
3. **Суслов В. И.** Оптимизационные многорегиональные (пространственные) межотраслевые модели: генезис и современное состояние // К 80-летию со дня рождения Александра Григорьевича Гранберга: Ученый, Учитель, Человек / Под ред. В. И. Суслова, С. А. Суспицына; ИЭОПП СО РАН. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2016. С. 185–208.
4. **Гранберг А. Г., Суслов В. И., Суспицын С. А.** Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2007. 371 с.
5. **Ершов Ю. С., Ибрагимов Н. М.** Межрегиональные межотраслевые модели в исследовании экономики: Краткий исторический экскурс // Модели, анализ и прогнозирование пространственной экономики / Отв. ред. В. И. Суслов, науч. ред. Ю. С. Ершов. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022. С. 10–27.
6. **Бузулуцков В. Ф., Суслов Н. И.** Глава 2. СОНАР-ТЭК: моделирование и анализ проблем энергетического комплекса в системе национальной экономики // Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов / Отв. ред. В.В. Кулешов, Н.И. Суслов. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2014. С. 40–111.
7. **Ершов Ю. С., Ибрагимов Н. М.** Информационное наполнение и расчеты по модельно-программному комплексу // Модели, анализ и прогнозирование пространственной экономики / Отв. ред. В. И. Суслов, науч. ред. Ю. С. Ершов. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022. С. 103–155.
8. **Масакова И. Д.** Российская практика составления таблиц «затраты – выпуск»: проблемы и перспективы развития // Проблемы прогнозирования. 2019. № 2. С. 14–26
9. **Стрижкова Л. А., Куранов Г. О.** Потенциалы и ограничения инструментария «затраты – выпуск» (к 60-летию юбилею статистических работ в области межотраслевых исследований на пространстве СНГ) // Мир новой экономики. 2021. Т. 15, № 1. С. 60–74.
10. **Ершов Ю. С.** Регионализация народнохозяйственных таблиц «затраты – выпуск» // ЭКО. 2011. № 6. С. 11–138.
11. **Zabinyako G. I., Kotelnikov E. A.** Linear optimization programs // NCC Bulletin. Series Numerical Analysis. Novosibirsk, NCC Publisher, 2002, iss. 11, p. 103–112.

References

1. **Suslov N. I., Chernyshov A. A.** Interregional models of national economy with relationships of multi-industry complexes. IN: *Simulation of interaction of multi-industry complexes in the system of national economy*. B. B. Rozin (ed.). Novosibirsk, Nauka Publ., 1992, p. 33–52. (in Russ.)
2. **Granberg A. G.** Optimization of Territorial Proportions of the National Economy. Moscow, Ekonomika publ., 1973, 188 p. (in Russ.)
3. **Suslov V. I.** Multiregional (spatial) inter-industries models of optimization: genesis and current state. *To the 80th anniversary of the birth of Alexander Grigorievich*

- Granberg: Scientist, Teacher, Person* / V.I. Suslov, S.A. Suspitsyn (eds.); Novosibirsk, IEIE SB RAS Publ., 2016, pp. 185–208 (in Russ.)
4. **Granberg A. G., Suslov V. I., Suspitsyn S. A.** Multiregional Systems: Economic and Mathematical Research. Novosibirsk, Siberian Scientific Publishing, 2007, 371 p. (in Russ.)
 5. **Ershov YU. S., Ibragimov N. M.** Interregional inter-sector models in economic research - a brief historical excursion. In: *Models, analysis and forecasting of spatial economics*: V. I. Suslov, YU. S. Ershov (eds). Novosibirsk, IEIE SB RAS Publ., 2022, pp. 10–27. (in Russ.)
 6. **Buzulutskov V. F., Suslov N. I.** SONAR-TEK: Modeling and Analysis of the Problems of the Energy Complex in the System of National Economy. In: *System Modeling and analysis of meso- and micro-economic objects*. V. V. Kuleshov, N. I. Suslov (eds.). Novosibirsk, IEIE SB RAS Publ., 2014, p. 40–111. (in Russ.)
 7. **Ershov YU. S., Ibragimov N. M.** Information content and calculations using the model-software complex In: *Models, analysis and forecasting of spatial economics*. Novosibirsk, IEIE SB RAS Publ., 2022, p. 103–155. (in Russ.)
 8. **Masakova I. D.** Russian practice of compiling input-output tables: problems and development prospects. *Studies on Russian Economic Developments*, 2019, no. 2, pp. 14–26. (in Russ.)
 9. **Strizhkova L. A., Kuranov G. O.** Potentials and limitations of the input-output toolkit (to the 60th anniversary of statistical work in the field of cross-industry research in the CIS). *Mir novoj ekonomiki*, 2021, vol. 15, no. 1, pp. 60–74. (in Russ.)
 10. **Ershov YU. S.** Regionalization of national economic input-output tables. *ECO*, 2011, no. 6, pp. 119–138. (in Russ.)
 11. **Zabinyako G. I., Kotelnikov E. A.** Linear optimization programs. *NCC Bulletin. Series Numerical Analysis*. Novosibirsk, NCC Publisher, 2002, iss. 11, p. 103–112.

Сведения об авторах

Суслов Никита Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом Института экономики и организации промышленного производства СО РАН; профессор Новосибирского государственного университета
SPIN РИНЦ 5799-8945
Scopus Author ID 56850149500

Бузулуцков Владимир Федорович, старший научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН

Information about the Authors

Nikita I. Suslov, Doctor of Science (Economics), Head of Department, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS; Professor, Novosibirsk State University

SPIN РИНЦ 5799-8945

Scopus Author ID 56850149500

Vladimir F. Buzulutskov, Senior Researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS

*Статья поступила в редакцию 13.05.2024;
одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 20.08.2024*

*The article was submitted 13.05.2024;
approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 20.08.2024*