

УДК 338.9  
ББК 65.9(2Р)+60.55  
А 437

А 437 **Актуальные вопросы экономики и социологии** / под  
ред. О.В. Тарасовой – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН,  
2018. – 271 с.

ISBN 978-5-89665-330-1

Сборник статей сформирован по итогам XIV Осенней конференции в новосибирском Академгородке «Актуальные вопросы экономики и социологии». Материалы сборника содержат результаты исследований по таким направлениям экономических и социологических исследований, как региональная экономика и территориальное развитие, экономика и управление предприятиями, социально-экономические проблемы современного общества, математическое моделирование социально-экономических процессов. Публикуемые материалы могут содержать спорные авторские идеи и помещены в сборнике для дискуссии.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов экономических факультетов вузов.

УДК 338.9  
ББК 65.9(2Р)+60.55

© ИЭОПП СО РАН, 2018  
© Коллектив авторов, 2018

**ТЕМИР-ООЛ А. П.**

Институт экономики и организации промышленного производства СО  
РАН, Новосибирск

**РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ О ДОПУСКАХ ДЛЯ  
ИНТЕРВАЛЬНОЙ МОДЕЛИ МОБ РЕСПУБЛИКИ ТУВА**

В докладе представлены результаты практического применения интервальных методов для анализа межотраслевого баланса региона в условиях неопределённости и неоднозначности экономических параметров. Приводится полная технологическая цепочка решения линейной задачи о допусках на примере анализа межотраслевого баланса Республики Тыва.

**Ключевые слова:** межотраслевой баланс, неопределенность, интервальная система уравнений, линейная задача о допусках, региональная экономика.

**TEMIR-OOL A. P.**

Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, Novosibirsk

**THE SOLUTION OF THE LINEAR TOLERANCE PROBLEM FOR  
THE INTERVAL INPUT-OUTPUT MODEL OF THE REPUBLIC OF  
TUVA**

The report presents the results of the practical application of interval methods for analyzing the regional input-output model under conditions of uncertainty and ambiguity of economic parameters. The complete technological chain of solving the linear tolerance problem is given on the example of the analysis of the input-output model of the Republic of Tuva.

**Key words:** input-output model, uncertainty, interval equations, the linear admissibility problem, regional economy.

Переход России на стратегию восстановительного роста в условиях нестабильности, диспропорциональности и отсутствия самостоятельности регионов в принятии важных экономических решений актуализировал значимость регионального стратегирования на основе гибких моделей, позволяющих строить стратегический вектор при любых ситуациях деятельности экономических агентов.

Для оценки влияния прорывных направлений на развитие региональной экономики и формирования альтернативных стратегий

предлагается использовать *интервальную модель межотраслевого баланса* региона в условиях неопределённости и неоднозначности экономических параметров. Инструментарий анализа межотраслевого баланса региона на основе методов интервального анализа представлен в работах [1, 2, 3, 6].

Апробацию данного подхода проведем с помощью решения следующей задачи: найти объёмы производства в 2020 г. и 2030 г., для которых при любых значениях коэффициентов прямых производственных затрат  $c_{ij}$  в пределах  $c_{ij}$  значение конечного потребления остается в пределах требуемого интервала.

Расчеты проведены с использованием программы исследования разрешимости интервальной линейной задачи о допусках TOLSOLVITY<sup>17</sup> С.П. Шарого на основе таблиц «затраты-выпуск» межотраслевого баланса Республики Тыва за 2015 г. и статистических данных по объемам производства  $x_i$  и конечного потребления  $Y_i$  в разрезе пятнадцати отраслей. [5].

По данным межотраслевого баланса Республики Тыва была построена матрица  $C = (c_{ij}) \in \mathbf{R}^{n \times n}$  коэффициентов прямых производственных затрат. Данная матрица была преобразована в интервальную матрицу  $C = (c_{ij})$  для трех вариантов интервала неопределенности:  $\pm 1\%$ ,  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$ .

Для каждого варианта был установлен интервал изменения конечного потребления. Изменение значения нижней границы для вектора конечного потребления выбрано в соответствии с Прогнозом долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, разработанным Минэкономразвития России. [4].

В Прогнозе выделены три сценария социально-экономического развития российской экономики до 2030 года:

1. консервативный сценарий;
2. инновационный сценарий;
3. целевой (форсированный) сценарий.

Задача о допусках для модели МОБ Республики Тыва была решена для значений конечного потребления консервативного сценария социально-экономического развития Сибирского Федерального округа (СФО): средние темпы роста конечного потребления - 125,5% и 235%,

---

<sup>17</sup> Программа в свободном доступе выложена на сайте ИВТ СО РАН: <http://www.nsc.ru/interval/Programing/MCodes/index.php>

соответственно, в период 2015-2020 гг. и 2020-2030 гг. Результаты решения линейной задачи о допусках (ЛЗД) представлены в таблице 1.

*Таблица 1 – Разрешимость линейной задачи о допусках для модели МОБ Республики Тыва*

№ варианта	Интервал неопределенности матрицы $C = (c_{ij})$	Нижняя граница для $Y_i$ (увеличение, %)	Верхняя граница для вектора $Y_i$ , %	Разрешимость ЛЗД, +/-	Значение Tolmax <sup>18</sup>
1	1%	125,5	130	-	отр.
2	1%	125,5	150	+	0.0013599
3	1%	235	250	-	Отр.
4	1%	235	300	+	0.0307117
5	5%	125,5	225	-	Отр.
6	5%	125,5	250	+	0.0024695
7	5%	235	450	-	Отр.
8	5%	235	490	+	0.0820879
9	10%	125,5	370	-	Отр.
10	10%	125,5	390	+	0.0060032
11	10%	235	650	-	Отр.
12	10%	235	695	+	0.0061181

Значение Tolmax показывает диапазон допустимых границ изменения объемов производства при заданных интервалах неопределенности матрицы производственных затрат и объемов конечного потребления.

При увеличении степени неопределенности матрицы коэффициентов прямых производственных затрат, увеличивается интервал вектора конечного потребления  $Y$ . Эта зависимость свидетельствует о том, что неопределенность в матрице прямых производственных затрат оказывает существенное влияние на неопределенность вектора конечного потребления в диапазоне от 15 – 20 % для сохранения условия разрешимости задачи - Tolmax  $\geq 0$ .

Как следствие, недостаточно широкий интервал вектора конечного потребления ведет к формальной математической неразрешимости задачи – значение Tolmax отрицательны (варианты 1,3,5,7,9,11).

Необходимо отметить, что формальная неразрешимость свидетельствует о том, что коэффициенты прямых производственных

<sup>18</sup> Tolmax – значение максимума распознающего функционала, индикатор разрешимости функционала

затрат могут быть связаны друг с другом, т.е. они принимают не все возможные комбинации значений из назначенных им интервалов, тогда как в рассматриваемой нами постановке они предполагаются независимыми.

В реальной задаче о допусках множество произведений матрицы  $(I - C)$  на вектор  $x$  может оказаться гораздо более узким, чем произведение интервальной матрицы  $(I - C)$  на  $x$ . В результате реальная задача о допусках будет разрешимой, хотя рассмотренная нами упрощённая постановка с независимыми коэффициентами прямых производственных затрат формально неразрешима.

Оптимальные объёмы производства  $x$  по отраслям для вариантов, при которых значение максимума распознающего функционала  $Tol_{max} \geq 0$ , представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объёмы производства  $x$  в разрезе 15 отраслей по вариантам интервалов неопределенности  $c_{ij}$  и  $y_i$ , млрд. руб. (Значения  $argmax$ <sup>19</sup>)

Отрасль	Год					
	Интервал неопределенности матрицы $c = (c_{ij})$ ; /					
	Нижняя граница вектора $y_i$					
	2020 г. 1%; / 125,5	2030 г. 1%; / 235	2020 г. 5%; / 125,5	2030 г. 5%; / 235	2020 г. 10%; / 125,5	2030 г. 10%; / 235
1	6.2835303	11.51541	6.4443923	12.260114	6.7489101	12.138818
2	4.3856371	8.0813298	4.6033333	8.8075318	4.9524742	8.9046446
3	5.217401	9.5827246	5.3016261	10.081666	5.4677873	9.8348577
4	7.5907701	14.003967	8.1076682	15.480973	8.9198261	16.040144
5	6.8722972	12.488994	7.1505087	13.641505	7.7101075	13.865404
6	13.896889	25.466139	14.377473	27.268364	15.190348	27.32711
7	11.226416	20.587491	11.563247	21.938364	12.137774	21.835119
8	1.2199831	2.1864029	1.2269678	2.4020078	1.3089958	2.3503002
9	7.3307759	13.446483	7.5806078	14.419712	8.0081415	14.40387
10	0.2520875	0.4895678	0.2605796	0.5706273	0.2773065	0.4936245
11	5.4728973	9.9513454	5.5850818	10.637917	5.8693567	10.556119
12	16.411774	30.078744	16.489236	31.129806	16.719697	30.087238
13	9.2702415	16.921081	9.2942734	17.586678	9.4585086	17.018229
14	10.23208	18.687368	10.31532	19.521772	10.569204	19.016458
15	1.9666933	3.6018817	1.9853533	3.8262497	2.0519322	3.68769
Итого	107,6295	201,0889	116,2857	217,5733	125,3904	219,5596

<sup>19</sup>  $argmax$  – вектор значений аргумента, доставляющий максимум, который лежит в допустовом множестве решений при  $Tol_{max} \geq 0$ .

Анализ результатов показал, что с увеличением границ неопределенности матрицы материальных затрат при одних и тех же нижних границах вектора конечного потребления  $Y_i$  возрастает суммарный объем производства по всем пятнадцати отраслям.

Отметим, что полученные объемы производства по отраслям являются не единственно возможными, поскольку изначально мы задавали интервалы для коэффициентов прямых производственных затрат и для вектора конечного потребления. Но, безусловно, данные значения являются наиболее устойчивыми при заданных условиях.

На рисунке 1 представлено увеличение объемов производства в разрезе 15 отраслей к 2020 и 2030 гг. для варианта с наибольшей степенью неопределенности матрицы материальных затрат ( $\pm 10\%$ ).

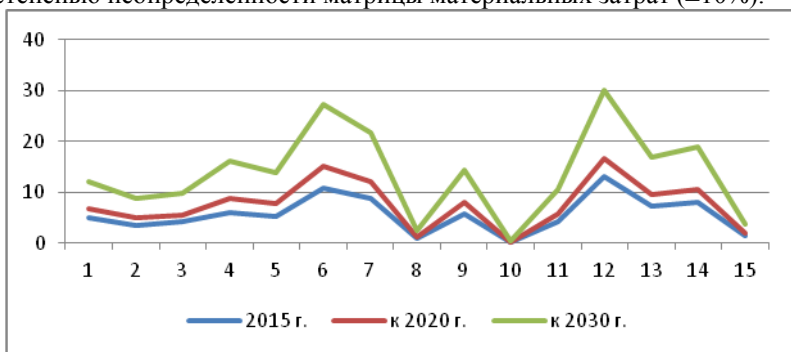
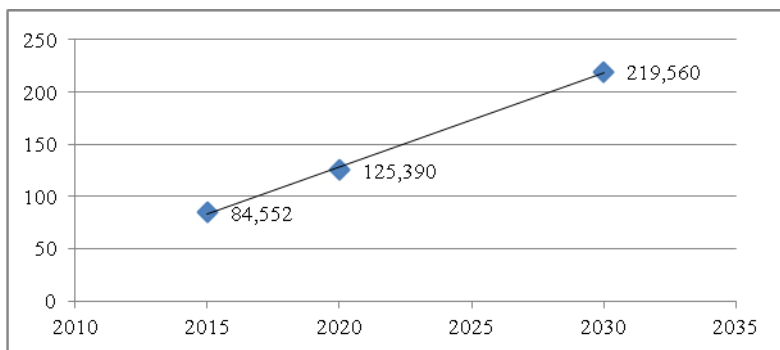


Рисунок 1 – Объемы производства по отраслям к 2020 и 2030 гг., млрд. руб.

Наибольшие темпы роста в 2030 г. по отношению к 2015 г. наблюдаются по важнейшим отраслям экономики республики: 4 отрасль (обрабатывающие производства) и 5 (производство и распределение электроэнергии, газа и воды) - составляют 271,7% и 260,8 %.

Наименьшие темпы роста в отрасли 12 (государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение) и 13 (образование) - 231,1% и 232,7%, соответственно, что находится в диапазоне допустимых границ изменения объемов производства.

На рисунке 2 представлен прогноз суммарного объема выпуска по всем 15 отраслям производства до 2030 года.



*Рисунок 2 – Прогноз суммарного объема выпуска по 15 отраслям до 2030 г., млрд. руб.*

Темпы роста суммарных объемов производства по всем отраслям в период 2015-2020 гг. составили 148,3% и превысили заданные темпы роста конечного потребления - 125,5%. В последующий десятилетний период 2020-2030 гг. этот показатель составил 175,1%, что меньше заданных темпов роста конечного потребления - 235% в результате снижения темпов роста по 12 и 13 отраслям.

Результаты решения линейной задачи о допусках для интервальной модели МОБ Республики Тыва показали достоинства метода распознающего функционала множества решений С.П. Шарого, который позволяет учесть неоднозначность экономических параметров, проигрывать альтернативные варианты неопределенности прямых производственных затрат и прогноза конечного потребления.

Таким образом, интервальные методы являются перспективным инструментом формирования альтернативных стратегий развития региона с учетом неопределенности и неточности информационной базы.

### **Список использованной литературы**

- [1] Jerrell M. Applications of interval computations to regional economic input-output models // Applications of Interval Computations / Kearfott R.B. and Kreinovich V., eds. – Dordrecht: Kluwer, 1996. – P. 133-143.
- [2] Rohn J. Input-output planning with inexact data // Freiburger Intervall-Berichte. – 1978. – No. 9/78. – S. 1-16.
- [3] Воронцова Е.А. Линейная задача о допусках для интервальной модели межотраслевого баланса // Вычислительные Технологии. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 67-84.

[4] Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года" Источник: Минэкономразвития России. Электронный ресурс [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения 12.03. 2018).

[5] Республика Тыва в цифрах 2016: Стат.сб. / Красноярскстат. – Кызыл, 2017. – 99 с.

[6] Шарый С.П. Решение интервальной линейной задачи о допусках // Автоматика и Телемеханика. – 2004. – № 10. – С. 147-162.