

А.П. Темир-оол

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОСРОЧНОЙ СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ ТЫВЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ МОДЕЛИ

В статье представлены результаты практического применения интервальных методов в условиях неопределенности матрицы коэффициентов прямых производственных затрат в региональной межотраслевой модели. Приводится полная технологическая цепочка решения линейной задачи о допусках методом распознающего функционала множества решений С.П. Шарого на примере интервальной модели межотраслевого баланса Республики Тывы. Получен долгосрочный отраслевой прогноз социально-экономического развития Республики Тывы до 2035 г. на основе интервальной региональной межотраслевой модели.

Ключевые слова: межотраслевой баланс; неопределенность; интервальные методы; линейная задача о допусках; метод распознающего функционала множества решений; региональная экономика

Для цитирования: *Темир-оол А.П.* Прогнозирование долгосрочной стратегии социально-экономического развития Республики Тывы на основе интервальной межотраслевой модели // Регион: экономика и социология. – 2020. – № 1 (105). – С. 28–43. DOI: 10.15372/REG20200102.

ВВЕДЕНИЕ

Переход России на траекторию восстановительного роста в условиях нестабильности, региональных диспропорций и отсутствия у регионов самостоятельности в принятии важных экономических реше-

ний повысил значимость регионального стратегирования на основе моделей, позволяющих определять оптимальный вектор социально-экономического развития. Расчеты, проведенные в разрезе отраслей и отраслевых комплексов, дают возможность выполнить комплексный анализ динамики социально-экономического развития региона, описать процессы экономического развития с учетом технологических изменений в структуре затрат производства, а также дать количественную оценку межотраслевых взаимодействий в экономике. В результате совершенствуются механизмы принятия решений в области региональной экономической политики.

Справиться с такой задачей позволяет инструментарий, основанный на межотраслевых моделях. Экономические модели межотраслевого баланса являются эмпирическими реализациями моделей общего равновесия. Они могут быть особенно полезны для определения взаимосвязи между отраслями производства и для прогнозирования реакции различных секторов на экономические изменения. Таким образом, модели межотраслевого баланса служат эффективным инструментом для решения задач, связанных с принятием решений экономическими агентами в процессе разработки и реализации региональной экономической политики. Но на практике применение подобных моделей сопряжено с рядом трудностей, главная из которых состоит в том, чтобы наиболее точно определить значения коэффициентов прямых производственных затрат. Ведь последствия влияния неопределенности параметров в модели межотраслевого баланса на оценку валового национального продукта (или валового регионального продукта – на уровне региона) могут быть значительными.

Проблема математического описания неопределенности коэффициентов прямых производственных затрат встает наиболее остро, когда дело касается регионального уровня, поскольку здесь аналитики вынуждены работать в условиях недостатка и неточности статистической информации. Вместо точных значений коэффициентов затрат оперируют их оценками, полученными путем приведения национальных таблиц к региональному виду. Поэтому справедливо считать, что коэффициенты прямых производственных затрат для региональной межотраслевой модели подвержены большей неопределенности, чем для модели национального уровня.

ИНТЕРВАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

При принятии решений экономическим агентам необходимо учитывать большое количество различных факторов с неполной информацией об их взаимосвязи и воздействии друг на друга. Здесь возникают практические задачи с неточными исходными данными, в которых для описания неопределенности используют вероятностно-статистические, нечетко-случайные и интервальные методы. В настоящей работе предлагается использование интервалов для описания значений коэффициентов прямых производственных затрат в классической модели межотраслевого баланса В.В. Леонтьева.

Интервальные балансовые модели «затраты – выпуск» являются предметом разносторонних исследований уже более 40 лет. Впервые идея использования интервального анализа в экономике была представлена в 1974 г. И. Ронном на примере экономики социалистической Чехословакии [9]. И. Рон вывел условия, при которых система уравнений «затраты – выпуск» будет иметь экономически выполнимые решения, когда коэффициенты прямых производственных затрат являются интервалами. В работах Г. Лоренцена и К. Мааса [8] и М. Джеррелла [7] также рассматриваются различные постановки задач в модели «затраты – выпуск» с интервальными данными.

Интервальный анализ как часть математической науки активно развивается во всем мире, в том числе и в России. В частности, исследования в данной области ведутся в новосибирском Академгородке в Институте вычислительных технологий СО РАН. Современное применение интервальных вычислений в межотраслевых моделях также продолжает развиваться. В 1992 г. задача оценивания допускового множества решений линейных алгебраических уравнений для интервальной модели межотраслевого баланса Красноярского края была решена С.П. Шарым и Е.Б. Бухаровой [4]. В 2017 г. Е.А. Воронцовой были решены задачи оценки перспектив развития региональной экономики на примере Приморского края с использованием интервальной модели межотраслевого баланса [1].

В качестве математической модели принимаем линейное уравнение В.В. Леонтьева вида

$$x = Ax + b, \quad (1)$$

где x – n -вектор объемов производства по n отраслям; b – n -вектор конечного потребления по этим отраслям; $A = (a_{ij})$ – матрица коэффициентов прямых производственных затрат.

В интервальном случае вместо системы (1) мы имеем интервальную систему линейных уравнений

$$x = Ax + \mathbf{b}^1,$$

что эквивалентно

$$(I - A)x = \mathbf{b}, \quad (2)$$

где I – единичная матрица; $A = (\mathbf{a}_{ij})$ – интервальная матрица прямых производственных затрат; \mathbf{b} – интервальный вектор конечного потребления. Здесь важно отметить, что все значения внутри интервалов предполагаются равновозможными.

В связи с системой (2) возникает несколько различных постановок задач, обобщающих задачу решения системы (1). Прежде всего, интересен вопрос о «крупномасштабной чувствительности» модели (1) при изменении ее параметров. Иными словами, насколько могут изменяться объемы производства x по отраслям при изменении коэффициентов прямых производственных затрат a_{ij} и значений конечного потребления b_i в пределах назначенных им интервалов \mathbf{a}_{ij} и \mathbf{b}_i ? В интервальном анализе задача такого типа называется задачей о внешнем интервальном оценивании так называемого *объединенного множества решений* для интервальной системы линейных алгебраических уравнений.

С другой стороны, если целевым назначением нашего планирования является достижение заданного уровня потребления \mathbf{b} , то возникает другая постановка задачи. А именно: при каких объемах производства x для любых значений коэффициентов прямых производ-

¹ Здесь и далее интервальные величины выделяются полужирным шрифтом, что соответствует международному стандарту обозначений в интервальном анализе.

венных затрат a_{ij} в пределах a_{ij} мы все равно получаем значение конечного потребления из требуемого интервала b ? Множество всех векторов x , удовлетворяющих сформулированному выше условию, образует так называемое допусковое множество решений интервальной системы линейных алгебраических уравнений (внутренняя оценка).

Допусковое множество решений интервальной системы линейных алгебраических уравнений может оказаться пустым, если интервалы в матрице A слишком широки в сравнении с интервальным вектором правой части b . Если же допусковое множество решений непусто, то, как правило, возникает необходимость его приближенного оценивания с помощью каких-то просто описываемых подмножеств. Для исследования пустоты/непустоты допускового множества решений интервальной системы линейных уравнений для интервальной модели межотраслевого баланса мы используем метод *распознающего функционала* С.П. Шарого, предложенный в работах [3; 5].

РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ О ДОПУСКАХ ДЛЯ ИНТЕРВАЛЬНОЙ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА РЕСПУБЛИКИ ТЫВЫ

Апробацию данного подхода проведем с помощью решения задачи прогнозирования оптимального отраслевого выпуска на период 2020–2035 гг. для интервальной модели межотраслевого баланса Республики Тывы. В качестве исходных данных берем матрицу коэффициентов прямых производственных затрат межотраслевого баланса Республики Тывы в разрезе 53 отраслей. Эта матрица была разработана в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН как часть межрегионального инструментария «платежи – доходы», и в ней особо выделена Республика Тыва [2].

Матрица коэффициентов прямых производственных затрат межотраслевого баланса Республики Тывы $A = (a_{ij}) \in R^{n \times n}$ была преобразована в интервальную матрицу $A = (a_{ij})$ со степенью неопределенности 1%. Это позволит в некоторой степени ослабить достаточно сильное допущение о том, что технологические коэффициенты остаются неизменными на протяжении всего прогнозируемого периода.

Значения вектора конечного потребления b_i также были представлены в виде интервала путем расширения допустимого «коридора» конечного потребления b_i на 10%.

Таким образом, постановка решаемой задачи выглядит следующим образом: найти оптимальный отраслевой план производства x_i в 2020–2035 гг., для которых при любых значениях коэффициентов прямых производственных затрат a_{ij} в пределах a_{ij} значение конечного потребления остается в пределах требуемого интервала b .

В таблице 1 представлены исходные данные: объемы производства x_i и конечного потребления b_i за 2015 г. по 15 отраслям, полученным путем агрегирования из 53 отраслей согласно ОКВЭД.

Расчеты проведены с использованием программы исследования разрешимости интервальной линейной задачи о допусках TOLSOLVTY² С.П. Шарого в программе Scilab-6.0.0³. Программа TOLSOLVTY выдает заключение о разрешимости задачи о допусках для интервальной системы линейных уравнений $(I - A)x = b$. Другими словами, программа позволяет определить пустоту/непустоту допускового множества решений интервальной системы линейных уравнений для интервальной модели межотраслевого баланса. Кроме того, процедура выдает следующие показатели:

- *Tolmax* – значение максимума распознающего функционала (индикатор разрешимости функционала, характеризующий степень устойчивости полученного решения);
- *Argmax* – доставляющий максимум распознающего функционала вектор аргументов (оптимальный план выпуска в отраслевом разрезе);
- *Envvs* – значения образующих распознающего функционала в точке его максимума (степень дефицитности отраслей, отсортированных по возрастанию).

² Программа в свободном доступе выложена на сайте ИВТ СО РАН (URL: <http://www.nsc.ru/interval/Programing/SciCodes/tolsolvty.sci>).

³ Пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инженерных и научных расчетов. Это самая полная общедоступная альтернатива MATLAB.

Таблица 1

Объемы производства и конечного потребления по отраслям экономики Республики Тывы на 2015 г., млрд руб.

Агрегированные отрасли (15 из 53)	Конечное потребление, b_i	Объем выпуска, x_i
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2,193	3,469
Рыболовство, рыбоводство	0,057	0,139
Добыча полезных ископаемых	0,133	2,382
Обрабатывающие производства	11,659	21,721
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1,957	5,032
Строительство	0,144	0,361
Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий, предметов личного пользования	8,713	10,245
Гостиницы и рестораны	1,548	1,689
Транспорт и связь	3,293	4,083
Финансовая деятельность	1,109	2,059
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	2,338	5,496
Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение	9,903	10,069
Образование	0,379	0,414
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	4,419	4,471
Предоставление прочих услуг	0,853	1,238
В с е г о	48,698	72,868

Первым параметром, который выдает задача, является показатель Tolmax – значение максимума распознающего функционала. Результаты решения линейной задачи о допусках (ЛЗД) для интервальной модели межотраслевого баланса Республики Тывы по данному параметру представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Разрешимость линейной задачи о допусках для интервальной модели
межотраслевого баланса Республики Тывы**

Год	Интервал неопределенности матрицы $A = (a_{ij}), \%$	Коридор потребления для вектора $b_i, \%$		Разрешимость ЛЗД, +/-	Значение Tolmax
		Нижняя граница	Верхняя граница		
2020	1	-10	+10	-	-0,00654
2025	1	-10	+10	-	-0,00883
2030	1	-10	+10	-	-0,01081
2035	1	-10	+10	-	-0,01455

Значение Tolmax показывает значение максимума распознающего функционала, если система интервальных линейных уравнений имеет решение (Tolmax = 0). Другими словами, это некоторая мера устойчивости полученного решения.

Но во всех рассмотренных нами случаях (при степени неопределенности матрицы в 1% и расширении коридора конечного потребления на 10%) линейная задача о допусках для интервальной системы уравнений оказалась неразрешимой, т.е. формально такая система не имеет решений. Данный факт наблюдается при недостаточно широком интервале вектора конечного потребления b_i по сравнению с интервальной матрицей $A = (a_{ij})$.

Здесь важно отметить, что формальная (математическая) неразрешимость свидетельствует о том, что коэффициенты прямых производственных затрат могут быть связаны друг с другом. То есть 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 упро-

щенная постановка с независимыми коэффициентами прямых производственных затрат формально неразрешима. Поэтому справедливо предположить, что с экономической точки зрения полученные результаты имеют место.

Таблица 3

Оптимальный план производства по 15 отраслям для интервальной модели межотраслевого баланса Республики Тывы, млрд руб.

Агрегированные отрасли (15 из 53)	2020	2025	2030	2035
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	4,336	5,860	7,173	9,652
Рыболовство, рыбоводство	0,173	0,234	0,286	0,385
Добыча полезных ископаемых	2,977	4,024	4,926	6,627
Обрабатывающие производства	27,151	36,694	44,915	60,437
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	6,290	8,501	10,406	14,002
Строительство	0,451	0,610	0,748	1,005
Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий, предметов личного пользования	12,806	17,307	21,185	28,506
Гостиницы и рестораны	2,112	2,853	3,493	4,700
Транспорт и связь	5,651	7,637	9,348	12,579
Финансовая деятельность	2,564	3,466	4,243	5,709
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	6,869	9,284	11,365	15,292
Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение	12,585	17,008	20,819	28,014
Образование	0,517	0,699	0,856	1,152
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	5,588	7,552	9,245	12,440
Предоставление прочих услуг	1,547	2,092	2,560	3,445
В с е г о	91,623	123,826	151,570	203,948

Вторым расчетным параметром является значение $Argmax$ – доставляющий максимум распознающего функционала вектор аргументов (оптимальный план выпуска в отраслевом разрезе для прогнозируемых пятилеток). Результаты решения линейной задачи о допусках для интервальной региональной межотраслевой модели Республики Тывы по данному параметру были агрегированы в 15 отраслей согласно ОКВЭД (табл. 3). Анализ результатов показал, что с увеличением границ неопределенности матрицы материальных затрат при одних и тех же нижних границах вектора конечного потребления b_i возрастает объем производства по всем отраслям.

Отметим, что полученный план производства является не единственно возможным, 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 представлены прогнозные отраслевые планы производства в разрезе 15 отраслей по пятилеткам периода 2020–2035 гг. для интервальной модели межотраслевого баланса Республики Тывы. Наибольшие темпы роста в 2030 г. по отношению к 2015 г. наблюдаются по важнейшим отраслям экономики республики: для отрасли 4 «Обрабатывающие производства» и отрасли 5 «Производство и рас-

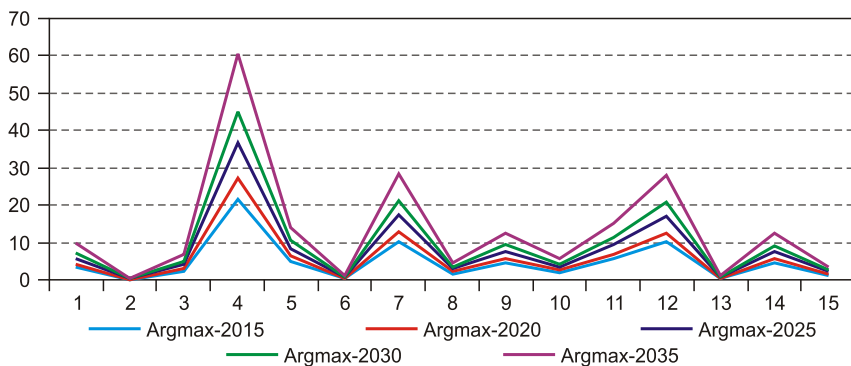


Рис. 1. Прогноз отраслевого выпуска в Республике Тыве в 2020–2035 гг., млрд руб.

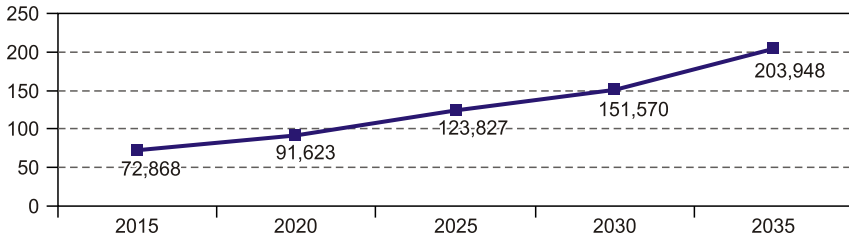


Рис. 2. Прогнозный объем выпуска в Республике Тыве в 2020–2035 гг., млрд руб.

пределение электроэнергии, газа и воды» они составляют 271,7 и 260,8% соответственно. Наименьшие темпы роста в отраслях 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 объема выпуска по всем отраслям производства Республики Тывы до 2035 г. Темпы роста 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 отраслям 12 и 13.

И наконец, третьим параметром, который рассчитывается в программе исследования разрешимости интервальной линейной задачи о допусках, являются значения Env_s – значения образующих распознающего функционала в точке его максимума. Этот показатель характеризует степень дефицитности отраслей, отсортированных по возрастанию.

По данному показателю наиболее устойчивыми являются две отрасли: 37 «Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение» и 29 «Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств». Отрасль

«Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение» является наиболее устойчивой и в целом по России.

Две отрасли имеют среднюю степень устойчивости: 36 «Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг» и 39 «Здравоохранение и предоставление социальных услуг». Отрасли с наибольшим дефицитом – 7 «Добыча железных руд» и 23 «Прочие обрабатывающие производства».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Межотраслевые модели позволяют рассматривать экономику региона как комплекс различных отраслей, в котором макроэкономические связи формируются под воздействием межотраслевых взаимосвязей, производственно-технологической структуры затрат и уровня конечного потребления [6]. Но на практике применение подобных моделей сопровождается рядом трудностей, главная из которых состоит в наиболее точном определении значений коэффициентов прямых производственных затрат.

В настоящей работе предложено использование интервалов для описания значений коэффициентов прямых производственных затрат в региональной межотраслевой модели на примере Республики Тывы. Результаты решения линейной задачи о допусках для интервальной модели межотраслевого баланса Республики Тывы показали достоинства метода распознающего функционала множества решений С.П. Шарого, который позволяет учесть неоднозначность экономических параметров, а также проигрывать альтернативные варианты неопределенности прямых производственных затрат и прогноза конечного потребления. Данный инструментарий может успешно использоваться в диалоге бизнеса и государства для определения значимости тех или иных секторов экономики и для обоснования необходимости формирования эффективной государственной инвестиционной политики, что в настоящее время становится особенно актуальным.

По указу Председателя Правительства РФ Д.А. Медведева Республика Тыва вошла в число 10 регионов, для которых должна быть разработана индивидуальная программа ускоренного развития до 2025 г. Программа включает 347 пунктов, 273 из которых касаются реализации инвестиционных проектов на территории республики. Общий объем финансирования программы оценивается в 1,395 трлн руб. Наиболее крупным инвестиционным проектом, включенным в программу, является строительство железной дороги Кызыл – Курагино в увязке с освоением Элегестского месторождения Улуг-Хемского угольного бассейна.

Инструментарий на основе межотраслевых моделей позволяет наиболее точно определить влияние крупных инвестиционных проектов на другие отрасли экономики. Наши дальнейшие исследования будут связаны с оценкой мультипликативного эффекта стратегических инвестиционных проектов, реализуемых на территории Республики Тывы, с использованием интервальной региональной межотраслевой модели. По нашему мнению, использование структурных характеристик экономики в разработке долгосрочной стратегии социально-экономического развития региона способствует повышению качества региональной экономической политики и переходу к устойчивым механизмам управления.

Статья подготовлена в рамках государственного задания по проекту XI.174.1.3 «Методический подход к прогнозированию развития проблемных регионов Азиатской России на основе комплекса оптимизационных, имитационных и агентных пространственных моделей» № АААА-А17-117022250123-0

Список источников

1. *Воронцова Е.А.* Линейная задача о допусках для интервальной модели межотраслевого баланса // Вычислительные технологии. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 67–84.
2. *Мелентьев Б.В., Еришов Ю.С., Алимбиева А.А.* Методические рекомендации построения межрегионального межотраслевого финансового баланса «Платежи-доходы». – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2010. – 144 с.

3. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. – Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2018. – URL: <http://www.nsc.ru/interval/?page=Library/InteBooks> (дата обращения: 15.06.2019).
4. Шарый С.П. Решение внешней и внутренней задач для интервальной системы линейных алгебраических уравнений: Дисс. ... канд. физ.-мат. наук. – Красноярск, 1992. – 212 с.
5. Шарый С.П. Решение интервальной линейной задачи о допусках // Автоматика и телемеханика. – 2004. – № 10. – С. 147–162.
6. Широков А.А. Многоуровневые исследования и долгосрочная стратегия развития экономики / Институт народнохозяйственного планирования РАН. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 264 с.
7. Jerrell M. Applications of interval computations to regional economic input-output models // Applications of Interval Computations / Ed. by R.B. Kearfott and V. Kreinovich. – Dordrecht: Kluwer, 1996. – P. 133–143.
8. Lorenzen G., Maas Ch. On input-output analysis with interval data // Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik. – 1989. – Bd. 206, No. 3. – S. 251–263.
9. Rohm J. Input-output planning with inexact data // Freiburger Intervall-Berichte. – 1978. – No. 9/78. – S. 1–16.

Информация об авторе

Темир-оол Айдыс Павловна (Россия, Новосибирск) – младший научный сотрудник. Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17, e-mail: aydis.te@gmail.com).

DOI: 10.15372/REG20200102

Region: Economics & Sociology, 2020, No. 1 (105), p. 28–43

A.P. Temir-ool

FORECASTING A LONG-TERM STRATEGY FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF TYVA BASED ON THE INTERVAL INPUT-OUTPUT MODEL

The article presents the results of practical application of interval methods under the uncertainty of a direct production costs matrix in the regional

input-output model. It presents the complete technological chain for solving a linear tolerance problem with the Shary's method, which uses the recognizing functional of a solution set, as exemplified by an interval input-output model for the Republic of Tyva. In the text, we obtain a long-term sectoral forecast of the socio-economic development in the Republic of Tyva till 2035 based on the regional interval input-output model.

Keywords: input-output balance; uncertainty; interval methods; linear tolerance problem; method of the recognizing functional of a solution set; regional economy

For citation: *Temir-ool, A.P.* (2020). Prognozirovanie dolgosrochnoy strategii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Tyvy na osnove intervalnoy mezhotraslevoy modeli [Forecasting a long-term strategy for socio-economic development in the Republic of Tyva based on the interval input-output model]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 1 (105), 28–43. DOI: 10.15372/REG20200102.

*The publication is prepared within the government order under the project XI.174.1.3 «Methodological approach to forecasting the development of problem regions in Asian Russia based on a set of optimization, simulation and agent spatial models»
No. AAAA-A17-117022250123-0*

References

1. *Vorontsova, E.A.* (2017). Lineynaya zadacha o dopuskakh dlya intervalnoy modeli mezhotraslevogo balansa [Linear tolerance problem for input-output models with interval data]. Vychislitelnye tekhnologii [Computational Technologies], Vol. 22, No. 2, 67–84.
2. *Melentiev, B.V., Yu.S. Ershov & A.A. Alimpieva.* (2010). Metodicheskie rekomendatsii postroeniya mezhregionalnogo mezhotraslevogo finansovogo balansa «Platizhi-dokhody» [Methodical recommendations for the construction of interregional

interbranch financial balance «PAYMENTS-INCOMES»]. Novosibirsk, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS Publ., 144.

3. *Shary, S.P.* (2018). Konechnomernyy intervalnyy analiz [Finite-dimensional interval analysis]. Novosibirsk, Institute of Computational Technologies SB RAS Publ. Available at: <http://www.nsc.ru/interval/?page=Library/InteBooks> (date of access: 15.06.2019).

4. *Shary, S.P.* (1992). Reshenie vneshney i vnutrenney zadach dlya intervalnoy sistemy lineynykh algebraicheskikh uravneniy. Diss. ... kand. fiz.-mat. nauk [Solving External and Internal Problems for Internal Linear Algebraic Equations. Candidate Dissertation in Physics and Mathematics]. Krasnoyarsk, 212.

5. *Shary, S.P.* (2004). Reshenie intervalnoy lineynoy zadachi o dopuskakh [An interval linear tolerance problem]. *Avtomatika i Telemekhanika* [Automation and Remote Control], 10, 147–162.

6. *Shirov, A.A.* (2015). Mnogourovnevye issledovaniya i dolgosrochnaya strategiya razvitiya ekonomiki [Multi-Level Studies and Long-Term Strategy of Economic Development]. Institute of Economic Forecasting RAS. Moscow, MAKS Press, 264.

7. *Jerrell, M.; R.B. Kearfott & V. Kreinovich* (Eds.). (1996). Applications of interval computations to regional economic input-output models. *Applications of Interval Computations*. Dordrecht, Kluwer, 133–143.

8. *Lorenzen, G. & Ch. Maas.* (1989). On input-output analysis with interval data. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Bd. 206, No. 3, 251–263.

9. *Rohn, J.* (1978). Input-output planning with inexact data. *Freiburger Intervall-Berichte*, 9/78, 1–16.

Information about the author

Temir-ool, Aydis Pavlovna (Novosibirsk, Russia) – Junior Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: aydis.te@gmail.com).

Поступила в редколлегию 18.06.2019.

После доработки 30.10.2019.

Принята к публикации 05.11.2019.