

УДК 330

Ю. В. Саночкина

ЧОУ ВО «Балтийский гуманитарный институт», Санкт-Петербург,
e-mail: nauka.spb@yandex.ru

ВЕРИФИКАЦИЯ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НА ПРИМЕРЕ ЭКОНОМИКИ КИТАЯ

Ключевые слова: мультипликативные модели, производственная функция Кобба-Дугласа, матрица инновационного развития Романенко-Румянцева, нулевой неразложимый остаток Солоу, экономика Китая.

Целью данной работы является верификация множества мультипликативных моделей, которые могут быть использованы для анализа и прогнозирования инновационного развития макроуровневых экономических систем. Теоретической основой данных моделей являются, во-первых, производственная функция Кобба-Дугласа, а, во-вторых, – матрица инновационного развития Романенко-Румянцева, позволяющая на основе производственной функции Кобба-Дугласа генерировать множество эквивалентных мультипликативных моделей с нулевым неразложимым остатком Солоу. Приведенные в работе мультипликативные модели содержат те же исходные показатели, что и производственная функция Кобба-Дугласа, однако, в отличие от последней, всегда обеспечивают точное равенство расчетного значения результативного показателя его фактическому значению (неразложимый остаток Солоу всегда равен нулю). Верификация выполнена на примере показателей экономики Китая за 2000–2016 гг.

Y. V. Sanochkina

Baltic Humanitarian Institute of St. Petersburg, Russia, e-mail: nauka.spb@yandex.ru

VERIFICATION OF MULTIPLICATIVE MODELS OF ANALYSIS AND FORECASTING OF INNOVATIVE DEVELOPMENT ON THE EXAMPLE OF THE CHINESE ECONOMY

Keywords: the multiplicative models, the production function is Cobb-Douglas, matrix innovative development Romanenko-Rumyantsev, zero Solow residue, the economy of China.

The aim of this work is to verify a few of multiplicative models that can be used to analyze and predict the innovative development of macro-level economic systems. The theoretical basis of these models are, firstly, the Cobb-Douglas production function, and, secondly, the matrix of innovative development of Romanenko-Rumyantsev, which allows on the basis of the Cobb-Douglas production function to generate a set of equivalent multiplicative models with zero indecomposable Solow residue. The multiplicative models given in the paper contain the same initial indicators as the Cobb-Douglas production function, however, unlike the latter, they always provide an exact equality of the calculated value of the indicator to its actual value (the indecomposable Solow residue is always zero). Verification is performed on the example of indicators of China's economy for 2000–2016.

Введение

В современных условиях решение глобальных социально-экономических проблем, с которыми столкнулось российское общество, возможно исключительно на путях кардинального роста эффективности отечественной экономики, что, в свою очередь, требует высоких темпов её инновационного развития, поэтому вполне закономерным представляется глубокое исследование опыта стран, демонстрирующих наиболее высокие темпы экономического роста, с целью дальнейшего проецирования на российскую экономику выявленных

закономерностей инновационного развития наиболее передовых стран мира. Очевидно, что такое проецирование, осуществляемое субъектами инновационной деятельности на всех уровнях управления экономическими системами, должно базироваться исключительно на верифицируемом научном знании.

Цель исследования

Целью исследования является проектирование на основе матрицы инновационного развития Романенко-Румянцева мультипликативных моделей анализа и прогнозирования инновационного

развития экономических систем, а также верификация этих моделей на примере экономики Китая за период с 2000 по 2016 гг. включительно.

Материал и методы исследования

В [1] нами была рассмотрена возможность практического использования множества эконометрических моделей, использующих те же показатели, что и производственная функция Кобба-Дугласа, однако лишенных тех существенных недостатков, которые этой функции свойственны.

С математической точки зрения модель Кобба-Дугласа является уравнением с 3 либо 5 неизвестными, в силу чего может давать корректные результаты (при любых, каких угодно значительных отклонениях) только для 3 либо 5 анализируемых периодов, для каждого из которых составляется своё уравнение. При этом чем большее количество отчетных периодов берётся для анализа и чем значительнее амплитуда изменения показателей модели, тем острее в процессе прогнозирования инновационного развития экономических систем ощущается потребность в компенсации расхождений между фактическими (отчетными) данными анализируемой экономической системы (на макро- или микроуровнях) и теми расчетными значениями, которые даёт уравнение Кобба-Дугласа.

Одним из таких вариантов компенсации расхождений является модель Солоу, которая большую часть изменений объясняет методами теории экономического анализа, а величину отклонения расчетных значений от фактических относит на счет неразложимого остатка.

Другие многочисленные модели, как правило, строятся по принципу удлинения зависимости: к базовому варианту (с 3 либо 5 переменными) добавляются новые, количество которых (для целей достижения идеального результата) стремится к числу анализируемых периодов либо превосходит его.

Отмеченного недостатка лишены мультипликативные модели, разрабатываемые на основе показателей матрицы Романенко-Румянцева [2]. Мно-

жественность таких моделей вытекает из вариативности факторного анализа – одного из ключевых принципов теории матричного моделирования [3], представляющей собой непротиворечивое множество действующих одновременно закономерностей развития экономических систем и их причинно-следственных связей [4]. Очевидно, что множественность моделей сама по себе является предпосылкой верификации моделей: если две или несколько моделей дают один и тот же результат, совпадающий с фактическими данными, то такие модели верны.

В настоящем исследовании для целей верификации отобраны две модели, разработка которых представлена в табл. 1, а в качестве статистической базы – показатели экономики Китая за 2000–2016 гг.

В соответствии с теорией эконометрического моделирования [5], алгоритм построения обеих моделей включает 6 этапов, содержание которых раскрыто в табл. 1.

Как следует из табл. 1:

1) верифицируемые модели имеют вид: модель № 1:

$$I_{4i} = I_{1i} \cdot I_{2,1i} \cdot I_{4,2i} \quad (1)$$

модель № 2:

$$I_{4i} = I_{2i} \cdot I_{1,2i} \cdot I_{4,1i} \quad (2)$$

где I_{4i} – индекс роста ВВП; I_{1i} – индекс роста численности; I_{2i} – индекс роста стоимости основных фондов; $I_{2,1i}$ – индекс роста фондовооружённости труда; $I_{1,2i}$ – индекс роста трудообеспеченности основных фондов; $I_{4,1i}$ – индекс роста производительности труда; $I_{4,2i}$ – индекс роста фондоотдачи, – индексы, рассчитанные для каждого i -го года анализируемого периода, по отношению к 2000 году.

В табл. 2 представлены исходные данные статистики, а в табл. 3 – рассчитанные на их основе индексы матрицы Романенко-Румянцева. Завершает процедуру верификации модели № 1 сравнение рассчитанных (табл. 4, столбец 6) и фактических (табл. 4, столбец 7) значений.

Аналогично выполнена верификация модели № 2 (табл. 5).

Таблица 1

Этапы эконометрического моделирования верифицируемых моделей

Наименование этапа	Содержание этапа	Модель № 1	Модель № 2
1	2	3	4
Этап 1. Постановочный	1.1. Формулировка целей исследования	Анализ отчетных данных	Анализ отчетных данных
		Прогнозирование результатного показателя	Прогнозирование результатного показателя
	1.2. Критерии выбора экономических переменных	1) Экономические переменные являются индексами матрицы Романенко-Румянцева. 2) Экономические переменные являются факторами, влияющими на изменение результатного показателя	1) Экономические переменные являются индексами матрицы Романенко-Румянцева. 2) Экономические переменные являются факторами, влияющими на изменение результатного показателя
Этап 2. Априорный	2.1. Анализ сущности изучаемого объекта	Изучаемый объект (результатирующий показатель I_4) может быть представлен в виде произведения экономических переменных, являющихся индексами матрицы Романенко-Румянцева	Изучаемый объект (результатирующий показатель I_4) может быть представлен в виде произведения экономических переменных, являющихся индексами матрицы Романенко-Румянцева
	2.2. Формализация априорной информации	Базовой экономической переменной является индекс роста численности занятых в i -м году анализируемого периода I_{1i}	Базовой экономической переменной является индекс роста стоимости основных фондов в i -м году анализируемого периода I_{2i}
Этап 3. Параметризация	3.1. Выбор общего вида функции	Согласно теории матричного моделирования вид факторной функции – мультипликативный	Согласно теории матричного моделирования вид факторной функции – мультипликативный
	3.2. Выражение в математической форме выявленных связей	Результатный показатель равен произведению индексов матрицы Романенко-Румянцева	Результатный показатель равен произведению индексов матрицы Романенко-Румянцева
	3.3. Отобранные экономические переменные (в i -ом году анализируемого периода)	I_{1i} – индекс роста численности; $I_{2,1i}$ – индекс роста фондовооружённости труда; $I_{4,2i}$ – индекс роста фондоотдачи	I_{2i} – индекс роста стоимости основных фондов; $I_{1,2i}$ – индекс роста трудообеспеченности основных фондов; $I_{4,1i}$ – индекс роста производительности труда
	3.4. Общий вид модели расчета результатного показателя, в i -м году анализируемого периода	$I_{4i} = I_{1i} I_{2,1i} I_{4,2i}$	$I_{4i} = I_{2i} I_{1,2i} I_{4,1i}$
Этап 4. Информационный	4.1. Сбор статистической информации	Собранная статистическая информация представлена в табл. 2	Собранная статистическая информация представлена в табл. 2
	4.2. Расчет индексов матрицы Романенко-Румянцева	I_{1i} – табл. 3, графа 2;	I_{2i} – табл. 3, графа 3;
		$I_{2,1i}$ – табл. 3, графа 4;	$I_{1,2i}$ – табл. 3, графа 5;
$I_{4,2i}$ – табл. 3, графа 7	$I_{4,1i}$ – табл. 3, графа 6		

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Этап 5. Идентификация моделей	4.3. Статистический анализ и оценка параметров модели	$I_1, R^2 \geq 0,80;$ $I_{2,1}, R^2 \geq 0,80;$ $I_{4,2}, R^2 \geq 0,80$	$I_2, R^2 \geq 0,80;$ $I_{1,2}, R^2 \geq 0,80;$ $I_{4,1}, R^2 \geq 0,80$
Этап 6. Верификация моделей	6.1. Сравнение расчетных значений, полученных с использованием модели, с фактическими значениями, согласно данным официальной статистики	табл. 4, графа 8	табл. 5, графа 8

Источники: разработано автором на основе [2; 3; 4; 5].

Таблица 2

Исходные данные – показатели экономики Китая за 2000–2016 гг.

Годы	Общая численность занятого населения, млн человек [6, табл. 4.2]	Основные фонды, в постоянных ценах 2010 года, млн долларов [7, с. 167]	ВВП, в постоянных ценах 2010 г., млн долларов [7, с. 167]
1	2	3	4
2000 г.	720,85	22 216 560,97	2 062 000
2001 г.	727,97	22 943 677,97	2 237 000
2002 г.	732,80	23 790 199,97	2 424 000
2003 г.	737,36	24 724 797,97	2 645 000
2004 г.	742,64	25 844 797,97	2 910 000
2005 г.	746,47	27 146 797,97	3 205 000
2006 г.	749,78	28 569 797,97	3 570 000
2007 г.	753,21	30 186 797,97	4 024 000
2008 г.	755,64	32 056 797,97	4 597 000
2009 г.	758,28	34 162 797,97	5 040 000
2010 г.	761,05	36 678 797,97	5 514 000
2011 г.	764,20	39 583 797,97	6 101 000
2012 г.	767,04	42 756 797,97	6 682 000
2013 г.	769,77	46 157 797,97	7 207 000
2014 г.	772,53	49 867 797,97	7 767 000
2015 г.	774,51	53 843 797,97	8 333 000
2016 г.	776,03	58 065 797,97	8 909 000

Источники: разработано автором на основе данных [6, 7].

Таблица 3

Индексы матрицы Романенко-Румянцева, рассчитанные для экономики Китая за 2000–2016 гг. (к 2000 году)

Годы	I_1 – индекс роста численности занятого населения	I_2 – индекс роста стоимости основных фондов	$I_{2,1}$ – индекс роста фондовооружённости труда	$I_{1,2}$ – индекс роста трудообеспеченности основных фондов	$I_{4,1}$ – индекс роста производительности труда	$I_{4,2}$ – индекс роста фондоотдачи
1	2	3	4	5	6	7
2000 г.	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2001 г.	1,009877	1,032729	1,022628	0,977873	1,074258	1,050488
2002 г.	1,016578	1,070832	1,053369	0,949335	1,156388	1,097799
2003 г.	1,022904	1,112899	1,087981	0,919134	1,254014	1,152607
2004 г.	1,030228	1,163312	1,129179	0,885599	1,369843	1,213132
2005 г.	1,035541	1,221917	1,179979	0,847473	1,500970	1,272031
2006 г.	1,040133	1,285969	1,236350	0,808833	1,664526	1,346323
2007 г.	1,044891	1,358752	1,300376	0,769008	1,867661	1,436247
2008 г.	1,048262	1,442924	1,376491	0,726485	2,126747	1,545050
2009 г.	1,051925	1,537718	1,461813	0,684082	2,323578	1,589517
2010 г.	1,055767	1,650967	1,563760	0,639485	2,532852	1,619720
2011 г.	1,060137	1,781725	1,680655	0,595006	2,790938	1,660626
2012 г.	1,064077	1,924546	1,808653	0,552898	3,045403	1,683796
2013 г.	1,067864	2,077630	1,945594	0,513982	3,273028	1,682277
2014 г.	1,071693	2,244623	2,094464	0,477449	3,514748	1,678113
2015 г.	1,074440	2,423588	2,255676	0,443326	3,761236	1,667454
2016 г.	1,076549	2,613627	2,427784	0,411898	4,013347	1,653091

Источники: разработано автором на основе данных табл. 2.

Таблица 4

Верификация Модели № 1

Годы	Базисное значение ВВП, в постоянных ценах 2010 г., млн долл.	Индексы Матрицы Романенко-Румянцева, используемые для расчета ВВП соответствующего года прогнозируемого периода			Расчетное значение ВВП, полученное с использованием Модели 1	Фактическое значение ВВП (согласно табл. 2)	Отклонение расчетного значения от фактического
		I_2	$I_{2,1}$	$I_{4,2}$			
1	2	3	4	5	6	7	8
2000 г.	2 062 000	1,000000	1,000000	1,000000	2 062 000	2 062 000	–
2001 г.	2 062 000	0,998394	1,022628	1,050488	2 237 000	2 237 000	–
2002 г.	2 062 000	0,995853	1,053369	1,097799	2 424 000	2 424 000	–

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
2003 г.	2 062 000	0,992401	1,087981	1,152607	2 645 000	2 645 000	–
2004 г.	2 062 000	0,987430	1,129179	1,213132	2 910 000	2 910 000	–
2005 г.	2 062 000	0,986537	1,179979	1,272031	3 205 000	3 205 000	–
2006 г.	2 062 000	0,985556	1,236350	1,346323	3 570 000	3 570 000	–
2007 г.	2 062 000	0,986582	1,300376	1,436247	4 024 000	4 024 000	–
2008 г.	2 062 000	0,978987	1,376491	1,545050	4 597 000	4 597 000	–
2009 г.	2 062 000	0,978440	1,461813	1,589517	5 040 000	5 040 000	–
2010 г.	2 062 000	0,978541	1,563760	1,619720	5 514 000	5 514 000	–
2011 г.	2 062 000	0,985138	1,680655	1,660626	6 101 000	6 101 000	–
2012 г.	2 062 000	0,991013	1,808653	1,683796	6 682 000	6 682 000	–
2013 г.	2 062 000	0,996174	1,945594	1,682277	7 207 000	7 207 000	–
2014 г.	2 062 000	1,000599	2,094464	1,678113	7 767 000	7 767 000	–
2015 г.	2 062 000	1,000731	2,255676	1,667454	8 333 000	8 333 000	–
2016 г.	2 062 000	1,003637	2,427784	1,653091	8 909 000	8 909 000	–

Таблица 5

Верификация Модели №2

Годы	Базисное значение ВВП, в постоянных ценах 2010 г., млн долл.	Индексы Матрицы Романенко-Румянцева, используемые для расчета ВВП соответствующего года прогнозируемого периода			Расчетное значение ВВП, полученное с использованием модели 2	Фактическое значение ВВП (согласно табл. 1)	Отклонение расчетного значения от фактического
		I_2	$I_{1,2}$	$I_{4,1}$			
1	2	3	4	5	6	7	8
2000 г.	2 062 000	1,000000	1,000000	1,000000	2 062 000	2 062 000	–
2001 г.	2 062 000	1,032729	0,977873	1,074258	2 237 000	2 237 000	–
2002 г.	2 062 000	1,070832	0,949335	1,156388	2 424 000	2 424 000	–
2003 г.	2 062 000	1,112899	0,919134	1,254014	2 645 000	2 645 000	–
2004 г.	2 062 000	1,163312	0,885599	1,369843	2 910 000	2 910 000	–
2005 г.	2 062 000	1,221917	0,847473	1,500970	3 205 000	3 205 000	–
2006 г.	2 062 000	1,285969	0,808833	1,664526	3 570 000	3 570 000	–
2007 г.	2 062 000	1,358752	0,769008	1,867661	4 024 000	4 024 000	–
2008 г.	2 062 000	1,442924	0,726485	2,126747	4 597 000	4 597 000	–
2009 г.	2 062 000	1,537718	0,684082	2,323578	5 040 000	5 040 000	–
2010 г.	2 062 000	1,650967	0,639485	2,532852	5 514 000	5 514 000	–
2011 г.	2 062 000	1,781725	0,595006	2,790938	6 101 000	6 101 000	–
2012 г.	2 062 000	1,924546	0,552898	3,045403	6 682 000	6 682 000	–

1	2	3	4	5	6	7	8
2013 г.	2 062 000	2,077630	0,513982	3,273028	7 207 000	7 207 000	–
2014 г.	2 062 000	2,244623	0,477449	3,514748	7 767 000	7 767 000	–
2015 г.	2 062 000	2,423588	0,443326	3,761236	8 333 000	8 333 000	–
2016 г.	2 062 000	2,613627	0,411898	4,013347	8 909 000	8 909 000	–

Источники: Разработано Автором на основе данных табл. 2 и 3.

Результаты исследования и их обсуждение

Как показало выполненное исследование, значения ВВП Китая, рассчитанные с использованием мультипликативных моделей 1 и 2, базирующихся на несовпадающих показателях, характеризующих труд и капитал, на выборке продолжительностью 17 лет (с 2000 по 2016 гг. включительно), в обоих случаях равны и совпадают с фактическими значениями. Следовательно, обе модели применимы для целей анализа и прогнозирования инновационного развития макроуровневых экономических систем.

Заключение

В выполненном исследовании для целей анализа и прогнозирования ин-

новационного развития экономических систем были разработаны, согласно алгоритму, принятому в теории эконометрического моделирования, две мультипликативные модели, каждая из которых по-своему описывает влияние труда и капитала на изменение валового внутреннего продукта. Разработка моделей была выполнена с использованием индексов матрицы инновационного развития Романенко-Румянцева, при этом обе модели, на примере экономики Китая, показали, по годам, нулевые отклонения от фактических значений за весь анализируемый период, что даёт основание считать разработанные модели пригодными для целей анализа и прогнозирования инновационного развития экономических систем.

Библиографический список

1. Саночкина Ю.В. Трансформация производственной функции Кобба – Дугласа в мультипликативную модель с нулевым неразложимым остатком Солоу // Экономика. Бизнес. Право. 2019. № 1–3. С. 31–36.
2. Румянцев А.А. Романенко И.В. Эффективность НТП: как её измерить на предприятии? – Л.: ЛДНТП, 1992. 28 с.
3. Романенко И.В. Матричное моделирование экономической эффективности промышленного предприятия // Экономика и управление. 2007. №5. С. 29–33.
4. Романенко И.В. Концепция причинно-следственных связей, формирующих экономический механизм управления нововведениями // Terra Economicus. 2007. Т. 5. № 1–3. С. 264–268.
5. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой.
6. China Statistical Yearbook, 2018. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2018/indexeh.htm> (дата обращения: 13.08.2019).
7. Кузьмин П.И., Трубоченкова Е.И., Фан Шен Нань. Модель производственной функции для экономики Китая // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров. 2017. №4. С. 165–170.