Афанасьев А.А. [1]
[1] МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия

Использование производственной функции Кобба–Дугласа, построенной по панельным данным, при анализе обрабатывающих производств России

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Афанасьев А.А. Использование производственной функции Кобба–Дугласа, построенной по панельным данным, при анализе обрабатывающих производств России // Креативная экономика. – 2022. – Том 16. – № 6. – С. 2363–2380. doi: 10.18334/ce.16.6.114851

АННОТАЦИЯ:

Представляется необходимым отметить важность развития методов эконометрических исследований, являющихся неотъемлемой частью подготовки и принятия выверенного управленческого решения. Исследование факторов экономического роста является важной составной частью управления. Зависимость величины выпуска от производственных факторов принято называть производственной функцией. В статье исследуется методика построения производственной функции Кобба–Дугласа. Приводятся варианты ее использования. Обозначаются проблемы, сопровождающие исследователей в процессе ее применения. Особо подчеркивается перспективность использования панельных данных для построения факторных зависимостей. Приводятся результаты построения производственной функции для отраслей обрабатывающих производств России как для функции с переменной, так и с постоянной отдачей факторов производства. Осуществляется сопоставление полученных результатов с уже известными. Использование производственной функции является важным инструментом для управления как предприятием, так и народнохозяйственным комплексом в целом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: производственная функция Кобба-Дугласа, панельные данные, обрабатывающие производства, эконометрика

ОБ АВТОРЕ

Афанасьев Александр Анатольевич, доцент кафедры информационных технологий в государственном управлении, кандидат экономических наук, доцент (piran@bk.ru)

издательство КРЕАТИВНАЯ ЭКОНОМИКА

ISSN 1994-6929

Afanasev A.A. [1]
[1] MIREA – Russian Technological University, Russia

Using the Cobb–Douglas production function based on panel data in the analysis of manufacturing industries in Russia

CITE AS:

Afanasev A.A. (2022) Ispolzovanie proizvodstvennoy funktsii Kobba–Duglasa, postroennoy po panelnym dannym, pri analize obrabatyvayuschikh proizvodstv Rossii [Using the Cobb–Douglas production function based on panel data in the analysis of manufacturing industries in Russia]. *Kreativnaya ekonomika. 16.* (6). – 2363–2380. doi: 10.18334/ce.16.6.114851

ABSTRACT:

It seems necessary to note the importance of the development of econometric research methods, which are an integral part of the preparation and adoption of a verified managerial decision. The study of economic growth factors is an important part of management. The dependence of output on production factors is commonly called the production function. The article explores the method of constructing the Cobb–Douglas production function. Variants of its use are given. The problems accompanying researchers in the process of its application are indicated. The prospects of panel data application for constructing factor dependencies are especially emphasized. The results of constructing a production function for manufacturing industries in Russia are presented both for a function with a variable and a constant return on production factors. The obtained results are compared with those already known. The use of the production function is an important tool for managing both the enterprise and the national economic complex as a whole.

KEYWORDS: production function, Cobb-Douglas, panel data, manufacturing, econometrics

JEL Classification: C53, E17, E27

Received: 28.05.2022 / **Published:** 30.06.2022
© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Afanasev A.A. (piran@bk.ru)

Введение

Изучение проблем влияния различных используемых в производственном процессе ценностей и осуществляемых затрат на совокупный конечный результат имеет большое теоретическое и прикладное значение как на уровне промышленного предприятия, так и регионов, отраслей, национальной экономики в целом.

Представляется, что исследования вышеупомянутой взаимосвязи и определение ее степени способствуют нахождению рационального сочетания ресурсов, обеспечивающего необходимый уровень экономического роста. Установление параметров влияния изменений количества вовлекаемых ресурсов на конечный результат позволяет также осуществить прогноз ключевых показателей экономических систем на последующие периоды.

С целью раскрытия процесса эволюции подходов к решению вышеобозначенных проблем следует отметить, что императивом исследований стала промышленная революция, появление машинного способа производства и, как следствие, необходимости расчетов и обоснования параметров замещения человеческого труда, вовлеченного в процесс производства и включаемого в конечную стоимость продукции в виде затрат на его оплату, машинами и оборудованием, существенно меняющими производственные показатели и затраты на которые связаны в первую очередь с единовременными расходами на приобретение. Обосновывая тем самым выделение двух ключевых факторов, влияющих на величину произведенной продукции: затраты на труд и капитал.

В контексте вышесказанного представляется необходимым отметить, что впоследствии получаемая в ходе исследовательских разработок экономико-математическая зависимость величины выпуска какой-либо продукции от факторов производства стала называться **производственной функцией**.

Следует подчеркнуть, что получаемые количественные зависимости первоначально использовались на уровне промышленного предприятия. Исследователи предпочитали не соединять производственные функции фирм в агрегированную производственную макроэкономическую функцию, связывая это в первую очередь с трудностями корректного определения объединенных величин [1, с. 294] *(Kirilyuk, 2013, p. 294)*, однако позже они получили развитие при анализе консолидированной информации.

Наиболее известной из ранних производственных функций, одинаково качественно применяемой как для производств, так и на уровне стран (макроэкономика) и в исследованиях отдельных отраслей и регионов (мезоэкономика) [2, с. 52] *(Kirilyuk, 2017, p. 52)*, стала функция Кобба-Дугласа.

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

Первоначальную известность она получила после расчета показателей для обрабатывающих производств США в 20-х годах XX века. В дальнейшем дополненная Р. Солоу технологическим коэффициентом [3, с. 153] *(Kolchinskaya, Rastvortseva, 2013, p. 153)* функция получила следующий вид:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}, \quad (1)$$

где Y – объем производства; K – затраты капитала; L – затраты труда; A – технологический коэффициент; α – константа (коэффициент эластичности выпуска от основного капитала); β – константа (коэффициент эластичности выпуска продукции от затрат труда).

Представленная отечественными исследователями функция является одной из самых простых форм двухфакторной производственной функции и в разных вариациях была применена для: *во-первых*, определения параметров факторного анализа роста экономики России [4, с. 21; 5, с. 68] *(Afanasev, Ponomareva, 2014, p. 21; Ponomareva, Afanasev, 2020, p. 68)*, в том числе с учетом влияния НТП [6, с. 51] *(Grebnev, 2015, p. 51)*, с использованием в качестве объясняемой величины объемов отгруженных товаров обрабатывающих предприятий [3, с. 152] *(Kolchinskaya, Rastvortseva, 2013, p. 152)*, с учетом дополнительных параметров, таких как цена на нефть [1, с. 299] *(Kirilyuk, 2013, p. 299)*; *во-вторых*, для различных регионов России, в том числе для ряда временных рядов и с использованием различных модификаций видов функции по Республике Башкортостан [7, с. 192] *(Suvorov, Akhunov, Gubarev, Dzyuba, Fayzullin, 2020, p. 192)*, для осуществления прогноза развития экономики Курской области [8, с. 41] *(Evchenko, 2006, p. 41)*, в том числе с модификацией вида функции и на панельных данных [9, с. 24] *(Zaretskaya, Osinevich, 2015, p. 24)*, для отдельных отраслей экономики Алтайского края [10, с. 102] *(Kuzmin, Mishchenko, 2017, p. 102)*, для факторного анализа с использованием модифицированных видов функций для регионов Приволжского ФО [11, с. 132] *(Kokotkina, Sadovin, Tsaregorodtsev, 2017, p. 132)*; *в-третьих*, исследования факторов роста экономики и регионов иностранных государств, таких как Хорезмская область Узбекистана [12 с. 61] *(Svetunkov, Abdullaev, 2010, p. 61)*, в том числе с использованием разнообразных вариантов модифицированных производственных функций по различным временным отрезкам для экономики Украины [13, с. 56] *(Goridko, Nizhegorodtsev, 2011, p. 56)*; *в-четвертых*, для отраслевых исследований, таких как анализ малых предприятий по панельным данным [14, с. 78] *(Pinkovetskaya, 2012, p. 78)*, построение трехфакторной производственной функции для ряда отраслей и экономики России в

целом [15, с. 18] *(Buravlev, 2012, p. 18)*, анализ совокупности компаний IT-отрасли [16, с. 133] *(Akerman, Mikhalchuk, Spitsyn, Chistyakova, 2019, p. 133)*.

В рамках обобщения исследуемого массива теоретической информации и практических наработок представляется важным выделить ряд проблем, с которыми сталкиваются исследователи, в связи с использованием производственной функции типа Кобба-Дугласа. *Во-первых*, малое количество наблюдаемых данных за исследуемый период, как правило, определяемое количеством лет. Функция Кобба-Дугласа имеет степенной характер. Методика определения коэффициентов представляет собой последовательную линеаризацию с дальнейшей аппроксимацией, как правило, методом наименьших квадратов. При малом количестве наблюдений резко уменьшается качество полученной вследствие аппроксимации функции. При восстановлении линейной функции в степенную ошибка увеличивается со степенной зависимостью. *Во-вторых*, при выборе длительных периодов наблюдения возрастает степень влияния не рассматриваемых в модели факторов макроэкономического характера, таких как цена на нефть, валютные курсы, конъюнктурные колебания, инфляция и т.д., значительно теснее оказывающих воздействие на поведение объясняемой функции. *В-третьих*, использование ВВП, ВДС, ВРП и т.д. в качестве объясняемой функции. По своей структуре вышеперечисленные показатели макро– и мезоуровней имеют более сложное строение и, возможно, искажение получаемых расчетов при их сопоставлении показателю объема отгруженной продукции при исследовании микроуровня (предприятия). Так, в 2020 году выпуск в основных ценах обрабатывающих производств составил 50 660 788,6 млн руб., промежуточное потребление составило 36 481 418,5 млн руб., и валовая добавленная стоимость составила 14 179 370,1 млн руб. [17, с. 118], или 27,99% от выпуска.

С целью решения вышеобозначенных проблем при осуществлении расчетов производственной функции представляется перспективным использование панельных данных, получивших широкое методологическое развитие [18, с. 267] *(Ratnikova, 2006, p. 267)* и практическое применение, в том числе при построении производственной функции [14, с. 78; 19, с. 24] *(Pinkovetskaya, 2012, p 78; Zaretskaya, Dremova, Osinevich, 2014, p. 24)*. Отмечается, что при таком подходе появляется возможность использования более широкого охвата данных [20, с. 65] *(Kadochnikova, 2014, p. 65)* по сравнению с совокупностью данных одномерного временного ряда, и как следствие, более точных получаемых оценок [21, с. 96] *(Verbik, 2006, p. 96)*.

Так, для осуществления расчетов использовались панельные данные соответствующих цифровых значений Федеральной службы государственной

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

статистики за 2017–2020 гг., ее региональных служб *(табл. 2)*, а также погодового индекса-дефлятора валового накопления основного капитала, индексов-дефляторов валовой добавленной стоимости по соответствующим отраслям экономики (данные индексов по обрабатывающим производствам в целом приведены в *таблице 1*, по прочим отраслям не приведены). В качестве исходных данных были выбраны: в качестве объясняемой величины – отгрузка товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (млн руб.); в качестве факторов производства – среднесписочная численность работников (человек) и наличие основных фондов по полной учетной стоимости (млн руб.). Обработаны данные по 14 регионам за период 2017–2020 гг., представляющим 21,8% суммарной среднегодовой численности работающих; 22,66% наличия основных фондов; 22,39% отгрузки товарной продукции обрабатывающих производств.

Таблица 1

Индексы-дефляторы, используемые в расчетах

Год	Индексы-дефляторы валового накопления основного капитала в соответствии с методологией СНС 2008	Индексы-дефляторы валовой добавленной стоимости по отраслям экономики
2018	105,6	113,3
2019	105,8	103,8
2020	105,6	100,8

Источник: данные Росстата.

Таблица 2

Статистические данные по обрабатывающим производствам в целом и их приведенные значения

Регионы	Год	Отгружено товаров собственного производства, в текущих ценах, млн руб.	Основные фонды по полной учетной стоимости млн руб. в текущих ценах	Среднегодовая численность работников обрабатывающих производств, чел. (L)	Отгружено товаров собственного производства, млн руб. (в ценах 2020 года) (Y)	Основные фонды по полной учетной стоимости млн руб. (в ценах 2020 года) (K)
Брянская область	2017	191 018,9	55 640,9	85 493,0	226 335,7	65 645,9
	2018	218 544,1	62 492,9	84 294,0	228 641,4	69 820,1
	2019	253 661,6	68 114,3	81 837,0	255 700,5	71 928,7
	2020	255 686,2	82 181,2	79 821,0	255 686,2	82 181,2

Продолжение табл. 2

Воронежская область	2017	422 943,6	219 721,9	141 591,0	501 140,2	259 230,9
	2018	448 223,4	223 393,0	143 536,0	468 932,4	249 585,4
	2019	505 912,5	220 352,6	148 260,0	509 979,0	232 692,3
	2020	552 645,1	236 918,6	144 338,0	552 645,1	236 918,6
Калужская область	2017	672 706,0	352 835,0	117 181,0	797 080,3	416 279,6
	2018	830 716,0	385 539,0	115 338,0	869 097,1	430 742,7
	2019	882 806,0	413 093,0	118 136,0	889 902,0	436 226,2
	2020	883 848,0	440 970,0	114 085,0	883 848,0	440 970,0
Костромская область	2017	118 263,2	65 998,5	60 694,0	140 128,5	77 865,9
	2018	135 819,9	73 451,5	59 481,0	142 095,1	82 063,5
	2019	143 962,8	71 555,7	59 380,0	145 120,0	75 562,8
	2020	137 460,6	72 428,3	57 355,0	137 460,6	72 428,3
Республика Карелия	2017	93 268,0	58 378,4	30 573,0	110 512,0	68 875,6
	2018	121 610,0	60 170,7	29 408,0	127 228,7	67 225,6
	2019	126 762,0	63 885,2	30 211,0	127 780,9	67 462,8
	2020	126 255,0	70 364,8	30 661,0	126 255,0	70 364,8
Калининградская область	2017	464 119,0	70 788,0	66 272,0	549 928,4	83 516,7
	2018	576 618,0	71 879,0	68 921,0	603 259,2	80 306,7
	2019	599 548,0	76 241,0	70 291,0	604 367,2	80 510,5
	2020	579 415,0	77 734,0	67 850,0	579 415,0	77 734,0
Ленинградская область	2017	909 008,0	639 034,0	130 432,0	1 077 071,4	753 941,2
	2018	1 095 745,0	687 110,0	131 146,0	1 146 371,1	767 672,3
	2019	1 115 017,0	822 354,0	134 728,0	1 123 979,5	868 405,8
	2020	1 091 256,0	840 524,0	135 968,0	1 091 256,0	840 524,0
Санкт-Петербург	2017	2 221 317,0	618 148,0	462 691,0	2 632 008,6	729 299,6
	2018	2 615 910,0	648 969,0	456 834,0	2 736 771,5	725 059,3
	2019	2 679 285,0	706 199,0	455 590,0	2 700 821,1	745 746,1
	2020	2 564 838,0	780 769,0	450 581,0	2 564 838,0	780 769,0

ISSN 1994-6929

Окончание табл. 2

Республика Адыгея	2017	47 823,2	14 307,1	21 966,0	56 665,1	16 879,7
	2018	52 529,0	16 412,3	22 405,0	54 956,0	18 336,6
	2019	50 080,4	17 975,4	21 813,0	50 482,9	18 982,0
	2020	51 785,0	22 338,7	20 308,0	51 785,0	22 338,7
Краснодарский Край	2017	803 950,4	343 393,0	283 330,0	952 590,0	405 139,8
	2018	893 677,6	366 943,0	278 838,0	934 967,7	409 966,3
	2019	839 201,6	407 943,6	277 247,0	845 947,1	430 788,4
	2020	803 059,6	628 072,5	266 627,0	803 059,6	628 072,5
Республика Татарстан	2017	1 596 329,8	986 316,6	345 780,0	1 891 469,7	1 163 670,0
	2018	1 930 682,1	1 089 422,4	342 825,0	2 019 884,4	1 217 155,0
	2019	1 934 816,9	1 200 001,4	341 879,0	1 950 369,0	1 267 201,5
	2020	1 953 851,6	1 291 208,0	325 270,0	1 953 851,6	1 291 208,0
Кировская область	2017	199 822,0	90 521,8	117 437,0	236 766,4	106 798,9
	2018	232 092,5	104 794,0	117 887,0	242 815,7	117 080,9
	2019	238 489,9	133 548,3	113 550,0	240 406,9	141 027,0
	2020	255 581,8	141 310,1	111 553,0	255 581,8	141 310,1
Самарская область	2017	969 528,0	682 831,2	318 529,0	1 148 780,7	805 613,7
	2018	1 098 570,2	714 499,1	318 929,0	1 149 326,9	798 272,7
	2019	1 156 026,6	754 150,7	308 730,0	1 165 318,8	796 383,1
	2020	1 087 820,9	780 140,7	305 219,0	1 087 820,9	780 140,7
Республика Саха (Якутия)	2017	34 851,6	9 353,0	18 600,0	41 295,2	11 034,8
	2018	37 174,6	12 293,0	17 894,0	38 892,2	13 734,3
	2019	40 398,8	13 998,0	17 711,0	40 723,5	14 781,9
	2020	33 951,9	13 059,0	18 281,0	33 951,9	13 059,0

Источник: данные региональных статистических ежегодников и рассчитанные автором по ним.

Искомая функция имеет вид (1): $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$.

Проводим линеаризацию:

$$LnY = LnA + \alpha LnK + \beta LnL. \quad (2)$$

Обозначим:

$$Y' = LnY;$$
$$A' = LnA;$$
$$K' = LnK;$$
$$L' = LnL.$$

Искомая функция приобретает вид:

$$Y' = A' + \alpha K' + \beta L'. \quad (3)$$

Используя метод наименьших квадратов, находим значения коэффициентов производственной функции для отраслей обрабатывающей промышленности. Рассчитанные данные, в также расчетные коэффициенты приведены в *таблице 3*. Определение коэффициентов детерминации и данных для критерия Фишера проводим для степенной, а не линейной (линеаризованной) функции.

Искомая функция с переменной отдачей для обрабатывающих производств России, полученная по панельным данным части регионов, имеет вид:

$$Y = 2{,}02K^{0{,}53}L^{0{,}51},$$

где Y – отгрузка товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами; K – наличие основных фондов по полной учетной стоимости; L – среднесписочная численность работников.

Таблица 3

Производственные функции с переменной отдачей для отраслей обрабатывающей промышленности (2017–2020 гг.)

	Наименование отрасли обрабатывающих производств	$Yr = A * K^{\alpha} * L^{\beta}$			
		Производственная функция	R^2	Fras	Ftab (99%)
C	Обрабатывающие производства	$Y = 2{,}02K^{0{,}53}L^{0{,}51}$	0,85	144,02	5,03
C 10	Производство пищевых продуктов	$Y = 6{,}14K^{0{,}71}L^{0{,}22}$	0,69	132,29	5,03

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

Продолжение табл. 3

C 11	Производство напитков	$Y = 4{,}74K^{0{,}48}L^{0{,}47}$	0,83	96,72	5,29
C 12	Производство табачных изделий	$Y = 0{,}13K^{1{,}67}L^{-0{,}62}$	0,72	71,55	4999,50
C 13	Производство текстильных изделий	$Y = 11{,}84K^{0{,}46}L^{0{,}32}$	0,48	8,36	5,78
C 14	Производство одежды	$Y = 5{,}77K^{0{,}06}L^{0{,}64}$	0,16	1,08	5,34
C 15	Производство кожи и изделий из кожи	$Y = 0{,}08K^{-0{,}05}L^{1{,}36}$	0,66	29,38	6,52
C 16	Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки	$Y = 47{,}69K^{0{,}6}L^{-0{,}02}$	0,54	15,19	5,11
C 17	Производство бумаги и бумажных изделий	$Y = 3{,}2K^{0{,}4}L^{0{,}62}$	0,90	84,07	5,45
C 18	Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	$Y = 4{,}75K^{0{,}83}L^{0{,}08}$	0,95	274,70	5,34
C 19	Производство кокса и нефтепродуктов	$Y = 15{,}24K^{-0{,}09}L^{1{,}25}$	0,32	1,77	9,55
C 20	Производство химических веществ и химических продуктов	$Y = 18{,}4K^{0{,}59}L^{0{,}21}$	0,96	526,27	5,11
C 21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	$Y = 10{,}79K^{0{,}7}L^{0{,}14}$	0,78	76,28	5,66
C 22	Производство резиновых и пластмассовых изделий	$Y = 6{,}12K^{0{,}19}L^{0{,}75}$	0,76	36,53	5,14
C 23	Производство прочей неметаллической минеральной продукции	$Y = 1{,}66K^{0{,}11}L^{0{,}94}$	0,72	79,14	5,06
C 24	Производство металлургическое	$Y = 1{,}38K^{-0{,}08}L^{1{,}28}$	0,79	49,84	5,19
C 25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	$Y = 1{,}55K^{0{,}17}L^{0{,}88}$	0,85	95,55	5,11
C 26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	$Y = 7{,}28K^{0{,}97}L^{-0{,}06}$	0,93	201,41	5,34

Окончание табл. 3

C 27	Производство электрического оборудования	$Y = 13{,}12K^{0{,}72}L^{0{,}13}$	0,84	77,56	5,34
C 28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	$Y = 0{,}22K^{0{,}36}L^{0{,}9}$	0,83	182,76	5,11
C 29	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	$Y = 49{,}2K^{0{,}37}L^{0{,}44}$	0,35	211,78	5,42
C 30	Производство прочих транспортных средств и оборудования	$Y = 28{,}9K^{0{,}99}L^{-0{,}28}$	0,70	28,15	5,23
C 31	Производство мебели	$Y = 4389{,}6K^{0{,}17}L^{-0{,}11}$	-0,16	0,62	5,49
C 32	Производство прочих готовых изделий	$Y = 7{,}24K^{0{,}48}L^{0{,}47}$	0,81	46,24	5,36
C 33	Ремонт и монтаж машин и оборудования	$Y = 0{,}4K^{0{,}08}L^{1{,}08}$	0,73	27,44	5,27

Источник: расчет автора.

В неоклассическом виде используется функция с постоянной отдачей [3, с. 153] *(Kolchinskaya, Rastvortseva, 2013, p. 153)*, где:

$$\alpha + \beta = 1, \tag{4}$$

$$A>0;\ \alpha>0;\ \beta>0. \tag{5}$$

Функция в неоклассическом виде приобретает вид:

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}. \tag{6}$$

Проводим линеаризацию:

$$LnY=LnA+\alpha LnK+(1-\alpha)\ LnL,$$
$$LnY-LnL=LnA+\ \alpha(LnK-LnL).$$

Обозначим:

$$Y'= LnY-LnL;$$

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

$$A' = LnA;$$
$$K' = LnK - LnL;$$
$$Y' = A' + \alpha K'. \quad (7)$$

Используя метод наименьших квадратов, находим значения коэффициентов линеаризованной производственной функции (7) для отраслей обрабатывающей промышленности при условии постоянной отдачи. Рассчитанные данные, а также необходимые коэффициенты приведены в *таблице 4*. Аналогично первому случаю определение коэффициентов детерминации и данных для критерия Фишера проводим для восстановленной после линеаризации функции.

Таблица 4

Производственные функции с постоянной отдачей для отраслей обрабатывающей промышленности (2017–2020 гг.)

	Наименование отрасли обрабатывающих производств	$\alpha + \beta = 1$ $Yr = A * K^{\alpha} * L^{(1-\alpha)}$			
		Производственная функция	R^2	Fras	Ftab (99%)
C	Обрабатывающие производства	$Y = 2{,}93K^{0{,}55}L^{0{,}45}$	0,84	20,01	5,03
C 10	Производство пищевых продуктов	$Y = 3{,}45K^{0{,}68}L^{0{,}32}$	0,59	116,57	5,03
C 11	Производство напитков	$Y = 3{,}34K^{0{,}45}L^{0{,}55}$	0,79	89,11	5,29
C 12	Производство табачных изделий	$Y = 0{,}22K^{1{,}65}L^{-0{,}65}$	0,72	71,22	4999,50
C 13	Производство текстильных изделий	$Y = 1{,}97K^{0{,}37}L^{0{,}63}$	0,41	14,02	5,78
C 14	Производство одежды	$Y = 0{,}38K^{0{,}03}L^{0{,}97}$	0,26	2,80	5,34
C 15	Производство кожи и изделий из кожи	$Y = 0{,}59K^{-0{,}29}L^{1{,}29}$	0,67	28,07	6,52
C 16	Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки	$Y = 1{,}12K^{0{,}56}L^{0{,}44}$	0,61	28,18	5,11
C 17	Производство бумаги и бумажных изделий	$Y = 3{,}52K^{0{,}4}L^{0{,}6}$	0,89	79,60	5,45

Окончание табл. 4

C 18	Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	$Y = 2{,}25K^{0{,}82}L^{0{,}18}$	0,96	374,79	5,34
C 19	Производство кокса и нефтепродуктов	$Y = 50{,}11K^{-0{,}05}L^{1{,}05}$	0,34	1,56	9,55
C 20	Производство химических веществ и химических продуктов	$Y = 4{,}31K^{0{,}45}L^{0{,}55}$	0,89	341,48	5,11
C 21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	$Y = 3{,}28K^{0{,}66}L^{0{,}34}$	0,44	47,27	5,66
C 22	Производство резиновых и пластмассовых изделий	$Y = 3{,}55K^{0{,}18}L^{0{,}82}$	0,80	53,45	5,14
C 23	Производство прочей неметаллической минеральной продукции	$Y = 2{,}52K^{0{,}13}L^{0{,}87}$	0,74	74,73	5,06
C 24	Производство металлургическое	$Y = 6{,}59K^{0{,}07}L^{0{,}93}$	0,70	23,26	5,19
C 25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	$Y = 2{,}43K^{0{,}16}L^{0{,}84}$	0,82	65,64	5,11
C 26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	$Y = 3{,}42K^{0{,}91}L^{0{,}09}$	0,94	285,43	5,34
C 27	Производство электрического оборудования	$Y = 3{,}56K^{0{,}63}L^{0{,}37}$	0,82	93,41	5,34
C 28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	$Y = 2{,}13K^{0{,}36}L^{0{,}64}$	0,81	60,29	5,11
C 29	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	$Y = 9{,}26K^{0{,}26}L^{0{,}74}$	-0,06	23,88	5,42
C 30	Производство прочих транспортных средств и оборудования	$Y = 2{,}13K^{0{,}68}L^{0{,}32}$	0,77	42,06	5,23
C 31	Производство мебели	$Y = 1{,}95K^{0{,}42}L^{0{,}58}$	-0,06	2,95	5,49
C 32	Производство прочих готовых изделий	$Y = 4{,}78K^{0{,}48}L^{0{,}52}$	0,84	67,59	5,36
C 33	Ремонт и монтаж машин и оборудования	$Y = 1{,}71K^{0{,}1}L^{0{,}9}$	0,60	10,96	5,27

Источник: расчет автора.

creativeconomy.ru

ISSN 1994-6929

Следует отметить, что для отраслей С12, С15, С19 один из искомых коэффициентов принимает отрицательное значение, т.е. нарушается условие, задаваемое неравенствами (5), и как следствие, данные отрасли не могут быть исследованы в рамках неоклассического подхода к построению производственной функции.

Искомая функция с постоянной отдачей для обрабатывающих производств России, полученная по панельным данным части регионов, имеет вид:

$$Y = 2{,}93K^{0{,}55}L^{0{,}45},$$

где Y – отгрузка товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами; К – наличие основных фондов по полной учетной стоимости; L – среднесписочная численность работников.

Особого внимания заслуживает сопоставление полученных в расчете функции с постоянной отдачей результатов с уже осуществлявшимися наработками. Так, рассчитанные для обрабатывающих производств 20-х годов XX века США П. Дугласом показатели составили: α =0,25, β = 0,75; Р. Солоу, исследуя более поздние периоды, получил данные: α =0,35, β = 0,65; Б.Н. Михалевским были получены соответствующие значения для 1934–1956 гг. коэффициентов: α =0,26, β = 0,74 [8, с. 40] *(Evchenko, 2006, p. 40)*; расчеты, осуществляемые для экономики СССР 1960–1985 гг.: α =0,54, β = 0,46 [11, с. 69] *(Kokotkina, Sadovin, Tsaregorodtsev, 2017, p. 69)*; методика анализа промышленного развития ЮНИДО использует эмпирические параметры доли затрат капитала и параметр доли затрат труда, соответственно, равные: α =0,3, β = 0,7 [22, с. 8].

Заключение

Представляется, что полученные результаты и приведенная методика расчетов могут иметь как теоретическое – в виде более целостного представления о взаимосвязях и параметрах факторного воздействия на отрасли промышленности, так и практическое – в плане дальнейшего использования полученных данных при формировании и осуществлении промышленной политики [23, с. 129] *(Afanasev, 2021, p. 129)*, принятии управленческих решений и выборе приоритетов развития [24, с. 12] *(Pyataeva, 2022, p. 12)*.

ИСТОЧНИКИ:

1. Кирилюк И.Л. Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – № 2. – с. 293–312.

2. Кирилюк И.Л. Экономико-математические модели для исследований мезоуровня экономики // Журнал институциональных исследований. – 2017. – № 3. – с. 50–63. – doi: 10.17835/2076–6297.2017.9.3.050–063.
3. Колчинская Е.Э., Растворцева С.Н. Исследование факторов роста промышленности России с использованием производственной функции // Актуальные проблемы экономики и права. – 2013. – № 4. – с. 152–158.
4. Афанасьев А.А., Пономарева О.С. Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг // Экономика и математические методы. – 2014. – № 4. – с. 21–33.
5. Пономарева О.С., Афанасьев А.А. Народнохозяйственная производственная функция России в 1990–2017 гг // Экономика и математические методы. – 2020. – № 1. – с. 67–78. – doi: 10.31857/S042473880006708–7.
6. Гребнев М.И. Построение производственных функций регионов России // ВУЗ. XXI век. – 2015. – № 2(48). – с. 50–56.
7. Суворов Н.В., Ахунов Р.Р., Губарев Р.В., Дзюба Е.И., Файзуллин Ф.С. Применение производственной функции Кобба – Дугласа для анализа промышленного комплекса региона // Экономика региона. – 2020. – № 1. – с. 187–200. – doi: 10.17059/2020-l-14.
8. Евченко А.В. Использование производственных функций в прогнозных расчетах роста экономики // Экономика и управление. – 2006. – № 1(22). – с. 37–41.
9. Зарецкая В.Г., Осиневич Л.М. Оценка прогноза экономического роста на основе производственной функции // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – № 19(304). – с. 19–30.
10. Кузьмин П.И., Мищенко В.В. Построение математических моделей развития отраслей Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. – 2017. – № 1(93). – с. 100–105. – doi: 10.14258/izvasu(2017)1–19.
11. Кокоткина Т.Н., Садовин Н.С., Царегородцев Е.И. Математические модели в прогнозировании развития экономики региона. / Монография. – Йошкар-Ола: СТИНГ, 2017. – 177 с.
12. Светуньков С.Г., Абдуллаев И.С. Сравнительный анализ производственных функций в моделях экономической динамики // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2010. – № 5(65). – с. 55–66.
13. Горидько Н.П., Нижегородцев Р.М. Современный экономический рост: теория и регрессионный анализ. – Новочеркасск: Наука-Образование-Культура, 2011. – 343 с.
14. Пиньковецкая Ю.С. Методический подход к построению производственных функций на основе панельных данных по малому предпринимательству // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2012. – с. 77–81.
15. Буравлев А.И. Трехфакторная производственная модель Кобба – Дугласа // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2012. – № 3. – с. 13–19.

ISSN 1994-6929

16. Акерман Е.Н., Михальчук А.А., Спицын В.В., Чистякова Н.О. Оценка имитационного потенциала it-компаний при помощи производственной функции Кобба-Дугласа // Вестник НГУЭУ. – 2019. – № 4. – с. 130–142. – doi: 10.34020/2073–6495–2019–4-130–142.
17. Национальные счета России в 2013–2020 годах. / Статистический сборник. – М.: Росстат, 2021. – 429 с.
18. Ратникова Т. Введение в эконометрический анализ панельных данных // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2006. – № 2. – с. 267–316.
19. Зарецкая В.Г., Дремова Л.А., Осиневич Л.М. Построение производственной функции региона с учетом инновационной составляющей // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 2(329). – с. 20–28.
20. Кадочникова Е.И. К вопросу о методах анализа многомерных данных // Путь науки. – 2014. – № 5(5). – с. 64–66.
21. Вербик М. Модели, основанные на панельных данных // Прикладная эконометрика. – 2006. – № 1(1). – с. 94–135.
22. Юнидо: статистические данные и методы анализа промышленного развития. Unstats.un.org. [Электронный ресурс]. URL: https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/workshops/2017/Sochi/Data_Sources_Analysis_IP_UNIDO.pdf (дата обращения: 30.05.2022).
23. Афанасьев А.А. Государственная промышленная политика как фактор устойчивого роста // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2021. – № 9–1. – с. 128–136. – doi: 10.34670/AR.2021.54.66.018.
24. Пятаева О.А. Инновационное развитие ключевых отраслей экономики РФ:анализ, проблемы, перспективы. / Монография. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «РУСАЙНС», 2022. – 172 с.

REFERENCES:

Natsionalnye scheta Rossii v 2013–2020 godakh [National accounts of Russia in 2013–2020] (2021). M.: Rosstat. (in Russian).

Afanasev A.A. (2021). *Gosudarstvennaya promyshlennaya politika kak faktor ustoychivogo rosta* [State industrial policy as a factor of sustainable growth]. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. 11* (9–1). 128–136. (in Russian). doi: 10.34670/AR.2021.54.66.018.

Afanasev A.A., Ponomareva O.S. (2014). *Proizvodstvennaya funktsiya narodnogo khozyaystva Rossii v 1990–2012 gg* [The aggregate production function of the Russian economy in 1990–2012]. *Economics and the Mathematical Methods. 50* (4). 21–33. (in Russian).

Akerman E.N., Mikhalchuk A.A., Spitsyn V.V., Chistyakova N.O. (2019). *Otsenka imitatsionnogo potentsiala it-kompaniy pri pomoshchi proizvodstvennoy funktsii Kobba-Duglasa* [Evaluation of the imitation potential of IT-companies using the Cobb-Douglas production function]. *Vestnik NSUEM*. (4). 130–142. (in Russian). doi: 10.34020/2073–6495–2019–4-130–142.

Buravlev A.I. (2012). *Trekhfaktornaya proizvodstvennaya model Kobba – Duglasa* [Three-factor the production model of the cobb – douglas]. *Economics and management: problems, solutions (Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya nauchno-prakticheskiy zhurnal)*. (3). 13–19. (in Russian).

Evchenko A.V. (2006). *Ispolzovanie proizvodstvennyh funktsiy v prognoznyh raschetakh rosta ekonomiki* [Use of production functions in forecast calculations for growth in economy]. *Economics and management*. (1(22)). 37–41. (in Russian).

Goridko N.P., Nizhegorodtsev R.M. (2011). *Sovremennyy ekonomicheskiy rost: teoriya i regressionnyy analiz* [Modern economic growth: theory and regression analysis] Novocherkassk: Nauka-Obrazovanie-Kultura. (in Russian).

Grebnev M.I. (2015). *Postroenie proizvodstvennyh funktsiy regionov Rossii* [Construction production functions of Russian regions]. *VUZ. XXI vek*. (2(48)). 50–56. (in Russian).

Kadochnikova E.I. (2014). *K voprosu o metodakh analiza mnogomernyh dannyh* [The problem of methods of multivariable data analysis]. *Put nauki*. (5(5)). 64–66. (in Russian).

Kirilyuk I.L. (2013). *Modeli proizvodstvennyh funktsiy dlya rossiyskoy ekonomiki* [Models of production functions for the Russian economy]. *Kompyuternye issledovaniya i modelirovanie*. *5* (2). 293–312. (in Russian).

Kirilyuk I.L. (2017). *Ekonomiko-matematicheskie modeli dlya issledovaniy mezourovnya ekonomiki* [Economic-mathematical models for studying of mesolevel of economy]. *Journal of Institutional Studies*. *9* (3). 50–63. (in Russian). doi: 10.17835/2076–6297.2017.9.3.050–063.

Kokotkina T.N., Sadovin N.S., Tsaregorodtsev E.I. (2017). *Matematicheskie modeli v prognozirovanii razvitiya ekonomiki regiona* [Mathematical models in forecasting the development of the region's economy] Yoshkar-Ola: STING. (in Russian).

Kolchinskaya E.E., Rastvortseva S.N. (2013). *Issledovanie faktorov rosta promyshlennosti Rossii s ispolzovaniem proizvodstvennoy funktsii* [Research of the factors of industrial growth in Russia using the production function]. *Current problems of economics and law*. (4). 152–158. (in Russian).

ISSN 1994-6929

Kuzmin P.I., Mischenko V.V. (2017). *Postroenie matematicheskikh modeley razvitiya otrasley Altayskogo kraya* [Building mathematical models of altai region industries development]. *Izvestiya of Altai State University Journal.* (1(93)). 100–105. (in Russian). doi: 10.14258/izvasu(2017)1–19.

Pinkovetskaya Yu.S. (2012). *Metodicheskiy podkhod k postroeniyu proizvodstvennyh funktsiy na osnove panelnyh dannyh po malomu predprinimatelstvu* [Methodical approach to the construction of production functions based on panel data on small business]. *Perm University Herald. ECONOMY*. 77–81. (in Russian).

Ponomareva O.S., Afanasev A.A. (2020). *Narodnokhozyaystvennaya proizvodstvennaya funktsiya Rossii v 1990–2017 gg* [The macroeconomic production function of Russia in 1990–2017]. *Economics and the Mathematical Methods. 56* (1). 67–78. (in Russian). doi: 10.31857/S042473880006708–7.

Pyataeva O.A. (2022). *Innovatsionnoe razvitie klyuchevyh otrasley ekonomiki RF:analiz, problemy, perspektivy* [Innovative development of key sectors of the Russian economy: analysis, problems, prospects] Moscow: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennostyu «RUSAYNS». (in Russian).

Ratnikova T. (2006). *Vvedenie v ekonometricheskiy analiz panelnyh dannyh* [Introduction to econometric analysis of panel data]. *The HSE Economic Journal. 10* (2). 267–316. (in Russian).

Suvorov N.V., Akhunov R.R., Gubarev R.V., Dzyuba E.I., Fayzullin F.S. (2020). *Primenenie proizvodstvennoy funktsii Kobba – Duglasa dlya analiza promyshlennogo kompleksa regiona* [Applying the cobb- douglas production function for analysing the region's industry]. *Economy of the region. 16* (1). 187–200. (in Russian). doi: 10.17059/2020-l-14.

Svetunkov S.G., Abdullaev I.S. (2010). *Sravnitelnyy analiz proizvodstvennyh funktsiy v modelyakh ekonomicheskoy dinamiki* [Comparative analysis of production functions in models of economic dynamics]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo universiteta ekonomiki i finansov*. (5(65)). 55–66. (in Russian).

Verbik M. (2006). *Modeli, osnovannye na panelnyh dannyh* [Models based on panel data]. *Prikladnaya ekonometrika*. (1(1)). 94–135. (in Russian).

Zaretskaya V.G., Dremova L.A., Osinevich L.M. (2014). *Postroenie proizvodstvennoy funktsii regiona s uchetom innovatsionnoy sostavlyayushchey* [Building the production function of the region taking into account the innovative component]. *Regional Economics: Theory and Pactice*. (2(329)). 20–28. (in Russian).

Zaretskaya V.G., Osinevich L.M. (2015). *Otsenka prognoza ekonomicheskogo rosta na osnove proizvodstvennoy funktsii* [Evaluating the economic growth forecast using the production function]. *National interests: priorities and security. 11* (19(304)). 19–30. (in Russian).