

**Никоноров Валентин Михайлович**

кандидат экономических наук, доцент  
Высшей торгово-экономической школы  
Санкт-Петербургского политехнического  
университета Петра Великого

## УТОЧНЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ РФ

### Аннотация:

*В статье исследуется производственная функция (ПФ) розничной торговли (РТ) Российской Федерации, так как производственная функция может послужить основой экономико-математической модели розничной торговли. Экономико-математическая модель (ЭММ) розничной торговли на основе производственной функции отражает зависимость розничного товарооборота от значимых факторов. Стабильность розничной торговли определяет устойчивое конечное потребление населения страны. Соответственно, ЭММ РТ позволит определить условия стабильности РТ. Автор предлагает учесть в ПФ РТ такие факторы, как занятость, основные фонды, оптовая торговля, импорт. Рассмотрен период с 2005 по 2015 г. После линейаризации данных проведен регрессионный анализ методом наименьших квадратов. Предложено уточненное мультипликативно-степенное уравнение для построения производственной функции. Проведена оценка полученного уравнения производственной функции. Выявлены расхождения на одном из рассматриваемых периодов между фактическими и расчетными данными. Автор предлагает задействовать другие модели, в частности указывает дальнейшее направление исследования – применение регрессионной дифференциальной модели.*

### Ключевые слова:

*розничная торговля, экономико-математическая модель, производственная функция, нормировка, линейаризация, регрессия.*

**Nikonorov Valentin Mikhailovich**

PhD in Economics, Assistant Professor,  
Higher Trade and Economic School,  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University

## THE REFINED ASSESSMENT OF PRODUCTION FUNCTION OF RETAIL TRADE IN THE RUSSIAN FEDERATION

### Summary:

*The article investigates the production function of retail trade in the Russian Federation as this function can be a basis for the economic and mathematical model of retail trade. Based on the production function, the economic and mathematical model of retail trade reflects the dependence of retail turnover on the significant factors. The stable retail trade defines the sustainable final consumption of the population. Accordingly, the economic and mathematical model of retail trade will allow one to determine the stable environment for retail trade. The author suggests considering such factors of the production function of retail trade as employment, fixed assets, wholesale trade, and import. The period under review is from 2005 to 2015. After data linearization, the author conducts the regression analysis by least squares method. The author refines the multiplication and polynomial equation for building the production function and estimates the generated equation of production function. The study reveals variances between actual data and estimates during the period under review. The author suggests involving other models, in particular, indicates further research priority that is the application of regression differential model.*

### Keywords:

*retail trade, economic and mathematical model, production function, normalization, linearization, regression.*

Наличие производственной функции, отражающей объем производства отрасли в зависимости от ряда факторов, позволяет говорить о существовании экономико-математической модели отрасли. Иными словами, производственная функция – это одна из ипостасей экономико-математической модели (этих ипостасей по отношению к сложной системе может быть достаточное количество).

В настоящем исследовании сделана попытка уточнить производственную функцию розничной торговли. Задел в этом направлении автор уже сделал в статье «Оценка производственной функции розничной торговли РФ» [1].

Как уже сказано, производственная функция розничной торговли РФ – это один из видов экономико-математической модели розничной торговли РФ. Экономико-математическая модель, как следует из названия, сочетает в себе и содержательную модель, описанную языком экономики, и математическую модель, описанную языком математики. Адекватная экономико-математическая модель розничной торговли (ЭММ РТ) позволяет не только правильно описать прошедшие и действующие процессы розничной торговли РФ, но и дать прогноз на будущее. Розничная торговля РФ закрывает потребности населения в продовольственных и непродовольственных товарах. Соответственно, ЭММ РТ позволит описать условия, при которых конечное потребление населения будет стабильным, что важно для целостности политического строя и расширенного воспроизводства населения.

Объект исследования – розничная торговля Российской Федерации (РТ РФ).

Предмет исследования – производственная функция розничной торговли (ПФ РТ) в РФ.

Цель исследования – составить уточненную производственную функцию розничной торговли РФ, верифицировать полученную уточненную производственную функцию розничной торговли РФ.

Методы исследования – линейное нормирование данных (метод минимакса), линеаризация (логарифмирование степенной функции), регрессионный анализ.

За основу производственной функции розничной торговли РФ примем степенную функцию. В отличие от функции Кобба – Дугласа [2] в производственной функции розничной торговли РФ учтем также дополнительные факторы, которые, по мнению автора, существенны для розничной торговли. В качестве объема производства для розничной торговли будем считать розничную торговлю.

Рабочая гипотеза исследования следующая: оборот розничной торговли (РТ) зависит от таких факторов, как:

- 1) численность занятых в розничной торговле (Ч);
- 2) основные средства розничной торговли (ОС);
- 3) объемы оптовой торговли (О), поскольку в розничную торговлю товары поступают от оптовиков;
- 4) импорт продовольственных товаров (И), так как для розничной торговли РФ характерна большая доля импортных товаров.

Описание зависимости розничной торговли РФ от существенных, на наш взгляд, факторов составляет качественную модель РТ РФ. Представим эту зависимость в виде степенной функции:

$$РТ = C \times Ч^{\alpha} \times ОС^{\beta} \times О^{\gamma} \times И^{\delta}. \quad (1)$$

Рассмотрим статистику за 2005–2015 гг. (табл. 1).

**Таблица 1 – Показатели розничной торговли РФ за 2005–2015 гг. \* [3]**

№	РТ, млрд р.	Ч, тыс. чел.	ОС, млрд р.	О, млрд р.	И, млн долл. США
1	2	3	4	5	6
1	641,0	1 800,2	96,5	2 485,8	4 925
2	654,3	1 806,8	105,4	2 537,1	5 178
3	667,6	1 810,2	114,5	2 567,9	5 389
4	696,8	1 816,4	126,4	2 680,9	5 557
5	744,3	1 862,1	115,8	3 531,1	6 315
6	750,6	1 868,3	123,7	3 604,4	6 694
7	797,5	1 874,2	145,1	3 677,6	6 884
8	835,0	1 885,4	151,8	3 838,8	7 209
9	1 044,8	2 241,6	175,8	4 509,8	8 412
10	1 057,9	2 252,5	188,9	4 547,7	8 919
11	1 110,3	2 255,6	192,1	4 831,9	9 318
12	1 158,4	2 267,5	203,6	5 059,3	9 608
13	1 086,8	2 384,8	315,2	5 801,4	11 099
14	1 123,1	2 418,8	334,8	5 874,2	11 473
15	1 127,6	2 405,6	346,4	6 165,5	11 848
16	1 191,0	2 385,6	350,4	6 432,5	12 410
17	1 259,9	2 388,2	352,4	5 001,7	9 415
18	1 265,0	2 376,1	358,9	5 255,0	9 652
19	1 306,5	2 368,2	362,4	5 318,3	9 929
20	1 353,2	2 374,3	373,5	5 529,4	10 562
21	1 546,4	2 370,5	383,4	5 723,7	11 828
22	1 552,7	2 368,7	419,7	5 914,5	12 283
23	1 603,4	2 360,1	439,6	5 938,3	12 940
24	1 635,1	2 367,1	475,3	6 272,2	13 496
25	1 820,7	2 392,1	482,3	7 071,1	13 869
26	1 843,2	2 435,8	502,8	7 129,3	14 640
27	1 873,2	2 459,6	516,7	7 303,9	15 055
28	1 955,6	2 475,7	525,8	7 594,9	15 707
29	1 880,8	2 481,3	549,6	8 278,5	13 912
30	1 928,0	2 495,2	596,7	8 312,4	14 265
31	1 990,9	2 505,8	684,4	8 583,9	14 969
32	2 069,6	2 521,3	705,7	8 753,5	15 556
33	2 040,2	2 562,8	712,4	7 152,7	14 466
34	2 091,4	2 627,4	731,6	7 211,8	14 895
35	2 159,7	2 648,7	739,8	7 477,8	15 569
36	2 245,0	2 699,5	751,4	7 714,3	16 366
37	2 404,3	2 719,7	874,3	8 555,3	15 982
38	2 454,0	2 721,8	883,9	8 660,9	14 913

**Продолжение таблицы 1**

1	2	3	4	5	6
39	2 493,8	2 727,9	889,8	8 801,7	13 112
40	2 583,2	2 733,8	908,8	9 189,0	12 268
41	2 655,1	2 739,6	1 094,8	9 384,1	10 950
42	2 687,9	2 746,1	1 103,3	9 541,2	9 833
43	2 731,6	2 751,3	1 109,4	9 973,1	8 753
44	2 851,8	2 756,2	1 114,1	10 365,7	7 710

\* В строке 1 приведены данные за 1-й квартал 2005 г., 44 – 4-й квартал 2015 г.

Для устранения эффекта размерности проведем линейное нормирование данных методом минимакса по соответствующей формуле:

$$x_{in} = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (2)$$

где  $x_{in}$  – нормированное значение  $x_i$ ,

$x_{\max}$  – максимальное значение фактора,

$x_{\min}$  – минимальное значение фактора.

Результаты нормировки данных представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Нормированные данные**

№	РТ <sub>н</sub>	Ч <sub>н</sub>	ОС <sub>н</sub>	О <sub>н</sub>	И <sub>н</sub>
2	0,006	0,007	0,009	0,007	0,022
3	0,012	0,010	0,018	0,010	0,040
4	0,025	0,017	0,029	0,025	0,055
5	0,047	0,065	0,019	0,133	0,121
6	0,050	0,071	0,027	0,142	0,155
7	0,071	0,077	0,048	0,151	0,171
8	0,088	0,089	0,054	0,172	0,200
9	0,183	0,462	0,078	0,257	0,305
10	0,189	0,473	0,091	0,262	0,349
11	0,212	0,476	0,094	0,298	0,384
12	0,234	0,489	0,105	0,327	0,409
13	0,202	0,612	0,215	0,421	0,540
14	0,218	0,647	0,234	0,430	0,572
15	0,220	0,633	0,246	0,467	0,605
16	0,249	0,612	0,250	0,501	0,654
17	0,280	0,615	0,251	0,319	0,392
18	0,282	0,602	0,258	0,351	0,413
19	0,301	0,594	0,261	0,359	0,437
20	0,322	0,601	0,272	0,386	0,493
21	0,410	0,597	0,282	0,411	0,603
22	0,412	0,595	0,318	0,435	0,643
23	0,435	0,586	0,337	0,438	0,701
24	0,450	0,593	0,372	0,481	0,749
25	0,534	0,619	0,379	0,582	0,782
26	0,544	0,665	0,399	0,589	0,849
27	0,557	0,690	0,413	0,611	0,885
28	0,595	0,707	0,422	0,648	0,942
29	0,561	0,712	0,445	0,735	0,786
30	0,582	0,727	0,492	0,739	0,816
31	0,611	0,738	0,578	0,774	0,878
32	0,646	0,754	0,599	0,795	0,929
33	0,633	0,798	0,605	0,592	0,834
34	0,656	0,865	0,624	0,600	0,871
35	0,687	0,888	0,632	0,634	0,930
36	0,726	0,941	0,644	0,664	1,000
37	0,798	0,962	0,764	0,770	0,966
38	0,820	0,964	0,774	0,784	0,873
39	0,838	0,970	0,780	0,802	0,716
40	0,879	0,977	0,798	0,851	0,642
41	0,911	0,983	0,981	0,875	0,527
42	0,926	0,989	0,989	0,895	0,429
43	0,946	0,995	0,995	0,950	0,335
44	1,000	1,000	1,000	1,000	0,243

Далее проведем логарифмирование нормированных данных, чтобы зависимость была найдена в линейном виде (табл. 3). Причем осуществим логарифмирование от 2-го уровня ряда до 42-го (с учетом свойств логарифма).

**Таблица 3 – Результат логарифмирования нормированных данных**

№	$\ln(PT_n)$	$\ln(Ч_n)$	$\ln(OC_n)$	$\ln(O_n)$	$\ln(I_n)$
2	-5,113	-4,976	-4,739	-5,033	-3,813
3	-4,420	-4,560	-4,035	-4,563	-3,207
4	-3,678	-4,078	-3,527	-3,698	-2,897
5	-3,063	-2,737	-3,965	-2,020	-2,108
6	-3,005	-2,642	-3,622	-1,952	-1,867
7	-2,648	-2,559	-3,042	-1,889	-1,765
8	-2,433	-2,418	-2,912	-1,762	-1,611
9	-1,700	-0,773	-2,552	-1,359	-1,188
10	-1,668	-0,748	-2,399	-1,341	-1,052
11	-1,550	-0,742	-2,365	-1,212	-0,957
12	-1,452	-0,716	-2,251	-1,119	-0,893
13	-1,601	-0,492	-1,538	-0,866	-0,617
14	-1,523	-0,435	-1,452	-0,844	-0,558
15	-1,514	-0,457	-1,404	-0,761	-0,502
16	-1,391	-0,490	-1,388	-0,691	-0,424
17	-1,273	-0,486	-1,380	-1,142	-0,935
18	-1,265	-0,507	-1,355	-1,046	-0,884
19	-1,201	-0,521	-1,342	-1,023	-0,827
20	-1,133	-0,510	-1,301	-0,951	-0,708
21	-0,893	-0,517	-1,266	-0,889	-0,505
22	-0,886	-0,520	-1,147	-0,832	-0,441
23	-0,832	-0,535	-1,087	-0,825	-0,356
24	-0,799	-0,523	-0,988	-0,733	-0,289
25	-0,628	-0,479	-0,970	-0,541	-0,246
26	-0,609	-0,408	-0,918	-0,529	-0,164
27	-0,585	-0,371	-0,884	-0,492	-0,122
28	-0,520	-0,347	-0,863	-0,433	-0,059
29	-0,578	-0,339	-0,809	-0,308	-0,241
30	-0,541	-0,319	-0,710	-0,302	-0,203
31	-0,493	-0,304	-0,549	-0,256	-0,130
32	-0,437	-0,282	-0,513	-0,229	-0,073
33	-0,457	-0,226	-0,502	-0,524	-0,182
34	-0,422	-0,145	-0,471	-0,511	-0,138
35	-0,376	-0,119	-0,459	-0,456	-0,072
36	-0,321	-0,061	-0,441	-0,410	-
37	-0,226	-0,039	-0,269	-0,261	-0,034
38	-0,198	-0,037	-0,256	-0,244	-0,136
39	-0,177	-0,030	-0,249	-0,221	-0,335
40	-0,130	-0,024	-0,225	-0,162	-0,443
41	-0,093	-0,018	-0,019	-0,133	-0,641
42	-0,077	-0,011	-0,011	-0,111	-0,846

После обработки полученных данных найдем регрессионную зависимость:

$$\ln(PT_n) = -0,009 + 0,119\ln(Ч_n) + 0,482\ln(OC_n) + 0,389\ln(O_n) + 0,049\ln(I_n). \quad (3)$$

$$PT_n = 0,991 \times Ч_n^{0,119} \times OC_n^{0,482} \times O_n^{0,389} \times I_n^{0,049}. \quad (4)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,99, это указывает на сильную связь всех факторов с результатом. Критерий Фишера фактический равен 490, он превосходит расчетное значение критерия Фишера.

Для оценки полученной зависимости применим данные за третий квартал 2015 г. (табл. 4).

**Таблица 4 – Оценка зависимости (3)**

Показатель	3-й квартал 2015 г.	
	1	2
$PT_{\text{факт}}$		0,946
C		0,991
$Ч_n$		0,995
$\alpha$		0,119

#### Продолжение таблицы 4

1	2
$OC_n$	0,995
$\beta$	0,482
$O_n$	1,0
$\gamma$	0,389
$I_n$	0
$\delta$	0,049
$PT_{\text{расчет}}$	0,918
$PT_{\text{расчет}} - PT_{\text{факт}}$	-0,027
$PT_{\text{расчет}} - PT_{\text{факт}}, \%$	-2,9 %

Расхождение равно 2,9 %, в денежном соотношении это составит уже 79,2 млрд р. Следовательно, надо рассматривать иные виды ЭММ РТ. В частности, возможно рассмотреть производственную функцию в виде обыкновенного дифференциального уравнения, при этом учитывается фактор времени [4]. Также возможно рассмотреть розничную торговлю как результат свертки подсистем, задать описание каждой подсистемы и исследовать систему уравнений, описывающих розничную торговлю РФ [5].

В ходе проведения исследования были получены следующие результаты:

1. Предложена производственная функция розничной торговли РФ в виде степенной функции, сделана проверка полученной ПФ РТ. Расхождение – 2,9 %.

2. С учетом проверки предложено направление исследования – выразить ПФ РТ в виде обыкновенного дифференциального уравнения.

#### Ссылки:

1. Никоноров В.М. Оценка производственной функции розничной торговли РФ // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2017. № 3. С. 61–68.
2. Cobb Ch.W., Douglas P.H. A Theory of Production // The American Economic Review. 1928. Vol. 18, no. 1. P. 139–165.
3. Российский статистический ежегодник 2016 : стат. сб. / Росстат. М., 2016. 725 с. ; Торговля в России 2015 : стат. сб. / Росстат. М., 2015. 243 с.
4. Затонский А.В., Сиротина Н.А. Прогнозирование экономических систем по модели на основе регрессионного дифференциального уравнения // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50, № 1. С. 91–99.
5. Ильин И.В., Широкова С.В., Эссер М. Управление проектами. Основы теории, методы, управление проектами в области информационных технологий. СПб., 2015. 310 с.

#### References:

- Cobb, ChW & Douglas, PH 1928, 'A Theory of Production', *The American Economic Review*, vol. 18, no. 1, pp. 139–165.
- Ilyin, IV, Shirokova, SV & Esser M, 2015, *Project management. Fundamentals of theory, methods, project management in the field of information technologies*, St. Petersburg, 310 p., (in Russian).
- Nikonorov, VM 2017, 'Description of the production function of the retail trade in the Russian Federation', *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, no. 3, pp. 61-68, (in Russian).
- Russian Statistical Yearbook 2016: collection of articles 2016*, Rosstat, Moscow, 725 p., (in Russian).
- Trade in Russia 2015: collection of articles 2015*, Rosstat, Moscow, 243 p., (in Russian).
- Zatonsky, AV & Sirotnina, NA 2014, 'Forecasting the economic systems based on the regression with differential equation models', *Ekonomika i matematicheskiye metody*, vol. 50, no. 1, pp. 91-99, (in Russian).