

Ершова Е.Д., Юрасова А.С., студенты 4 курса экономического факультета
Ростовского филиала Российской таможенной академии,
Ростов-на-Дону, Россия;
E89185298379@yandex.ru, urasova-as@mail.ru

Цвиль М.М., научный руководитель, кандидат физ.-мат. наук,
доцент кафедры «Информатика и информационные таможенные технологии»
Ростовского филиала Российской таможенной академии;
tsvilmm@mail.ru

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ВВП РОССИИ

Ershova E.D., Yurasova A.S., 4th year students of economic faculty
RCA of Russian Federation,
Rostov-on-Don, Russia;
E89185298379@yandex.ru, urasova-as@mail.ru

Tsvil M.M., scientific adviser, PhD in Physics and Mathematics, associate
professor of the Department «Informatics and Information Customs Technologies»,
Russian Customs Academy, Rostov branch;
tsvilmm@mail.ru

Аннотация: В данной статье проведен эконометрический анализ объемов внутреннего валового продукта Российской Федерации. На основе квартальных данных за 2018 – 1 полугодие 2022 гг. построена аддитивная модель временного ряда с применением фиктивных переменных и по полученной модели спрогнозированы объемы валового внутреннего продукта на 2 полугодие 2022 г.

Ключевые слова: аддитивная модель, фиктивные переменные, тренд, сезонная составляющая, прогнозирование, ВВП.

ESTIMATION OF THE VOLUME OF RUSSIA'S GDP

Abstract: In this article, an econometric analysis of the volume of the gross domestic product of the Russian Federation is carried out. Based on quarterly data for 2018 – the 1st half of 2022, an additive time series model was built using dummy variables, and according to the resulting model, the volume of gross domestic product for the 2nd half of 2022 was predicted.

Keywords: additive model, fictitious variables, trend, seasonal component, forecasting, GDP.

Анализ и прогнозирование показателей социально-экономического развития играют важную роль в планировании государственных программ, оказывающих влияние на все общество. В настоящее время в связи с ситуацией экономической нестабильности в стране, вызванной последствиями ковидных ограничений, Специальной военной операцией (СВО) и продолжающимися западными санкциями, необходимость следить за экономическими показателями становится острее. Одним из обобщающих индикаторов состояния экономики и развития общества является объем валового внутреннего продукта (ВВП).

ВВП – макроэкономический показатель, отражающий стоимость всех конечных продуктов (товаров и услуг), произведенных в стране в течение определенного периода и рассчитываемый ежемесячно, поквартально и по годам [1]. В отличие от валового национального продукта, в ВВП учитывается территориальный признак производства товаров, но не рассматривается принадлежность факторов производства. По сути ВВП показывает уровень объемов производства, то есть уровень развития производства, в пределах территории Российской Федерации.

Для правильного проведения межвременного сравнения уровня ВВП России следует анализировать данные ВВП в базовых ценах 2016 года, что позволит нейтрализовать влияние инфляции на стоимостные характеристики объемов производства, т.е. ВВП.

Данные о ВВП России за 2018 – 1 полугодие 2022 гг. размещены на сайте Росстата – Федеральной службы государственной статистики и представлены на рис. 1[2].

Год	Квартал	t	ВВП, млрд руб., y
2018	I	1	20118,49
	II	2	21612,60
	III	3	23155,33
	IV	4	24740,19
2019	I	5	20397,19
	II	6	21905,29
	III	7	23795,39
	IV	8	25498,79
2020	I	9	20696,05
	II	10	20280,49
	III	11	23018,25
	IV	12	25161,97
2021	I	13	20625,13
	II	14	22403,88
	III	15	23935,96
	IV	16	26426,35
2022	I	17	21357,22
	II	18	21479,63

Рис. 1. Данные ВВП по кварталам за 2018 – 1 полугодие 2022 гг. в ценах 2016 г.

Чтобы наглядно представить данные, построим график, на котором будет показана динамика ВВП по кварталам за 2018 – 1 полугодие 2022 гг. в ценах 2016 г. (рис. 2) [2].



Рис. 2. Динамика объемов ВВП России по кварталам за 2018– 1 полугодие 2022 гг. в ценах 2016 г., млрд. руб.

Как видно из данных рис. 1 и графика на рис. 2, динамика объемов ВВП за анализируемый период характеризуется одинаковой амплитудой колебаний в кварталах по годам. В 1 квартале каждого анализируемого года ВВП меньше, чем в последующих кварталах, при этом в 4 квартале показатель достигает максимума. Из графика видно, что объем ВВП в каждом квартале 2019

и 2021 гг. по сравнению с этим же кварталом предыдущего года увеличивается за исключением 10-13 кварталов, что обусловлено введением локдаунов и временной приостановкой деятельности многих предприятий, которые привели к падению темпов и объемов производства, а также 18 квартала, характеризующегося активным проведением СВО, введением санкций, спадом объемов производства газовых и нефтяных ресурсов в результате уменьшения поставок в страны Европейского Союза, значительным снижением объемов оптовой и розничной торговли и транспортных перевозок.

Так как амплитуда сезонных колебаний одинаково во времени, соответственно применяется аддитивная модель временного ряда, описываемая формулой (1):

$$y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где T – трендовая компонента;

S – сезонная компонента;

ε – случайная компонента [3].

Построение аддитивной модели осуществляется через реализацию определенных этапов:

1. С помощью скользящей средней проводится сглаживание исходных данных и рассчитываются значения сезонной компоненты;
2. Вычисляются данные без влияния сезонной компоненты;
3. Происходит аналитическое выравнивание уровней ($T + E$).

На рис. 3 представлены расчеты по исходным данным скользящей средней с периодом 4 квартала и центрированной скользящей средней, в результате последовательного вычитания последней средней из уровней временного ряда найдена оценка сезонной компоненты [4,5].

t	y _t	Скользящая средняя	Центрированная скользящая	Оценка сезонной компоненты
1	20118,49	-	-	-
2	21612,60	-	-	-
3	23155,33	22406,65	22441,49	713,84
4	24740,19	22476,33	22512,91	2227,28
5	20397,19	22549,50	22629,51	-2232,32
6	21905,29	22709,52	22804,34	-899,05
7	23795,39	22899,17	22936,52	858,87
8	25498,79	22973,88	22770,78	2728,01
9	20696,05	22567,68	22470,54	-1774,49
10	20280,49	22373,39	22331,29	-2050,80
11	23018,25	22289,19	22280,32	737,92
12	25161,97	22271,46	22536,88	2625,08
13	20625,13	22802,31	22917,02	-2291,89
14	22403,88	23031,74	23189,78	-785,90
15	23935,96	23347,83	23439,34	496,61
16	26426,35	23530,85	23415,32	3011,03
17	21357,22	23299,79	-	-
18	21479,63	-	-	-

Рис. 3. Оценка сезонной компоненты ВВП

На основе оценки сезонной компоненты определяем значения скорректированной сезонной компоненты [5]. В итоге скорректированные сезонные компоненты составили за 1, 2, 3, 4 квартал соответственно -2100,78; -1246,46; 700,60; 2646,64 (рис. 4). Их сумма равна нулю, что означает верность произведенных расчетов [6].

	I	II	III	IV		
1 год			713,84	2227,28		
2 год	-2232,32	-899,05	858,87	2728,01		
3 год	-1774,49	-2050,80	737,92	2625,08		
4 год	-2291,89	-785,90	496,61	3011,03		
Итого за квартал	-6298,69	-3735,75	2807,25	10591,40	Сумма средней оценки	Корректирующий коэффициент
Средняя оценка сезонной компоненты	-2099,56	-1245,25	701,81	2647,85	4,85	1,21
Скорректированная сезонная компонента S _i	-2100,78	-1246,46	700,60	2646,64	0,00	

Рис. 4. Расчет сезонной компоненты в аддитивной модели

Для того чтобы исключить влияние сезонной компоненты, вычитаем скорректированные сезонные компоненты из фактического объема ВВП y_t ,

определяя при этом величины $y_t - S_t = T + E$ за каждый момент времени (рис. 5).

t	y	S _t	y-S _t	T	E=y _t -(T+S _t)	E ²
1	20118,49	-2100,775	22219,27	22345,44	-126,17	15919,475
2	21612,60	-1246,462	22859,06	22396,01	463,05	214417,515
3	23155,33	700,600	22454,73	22446,58	8,14	66,317
4	24740,19	2646,638	22093,55	22497,15	-403,60	162895,396
5	20397,19	-2100,775	22497,97	22547,73	-49,76	2475,985
6	21905,29	-1246,462	23151,75	22598,30	553,45	306312,223
7	23795,39	700,600	23094,79	22648,87	445,92	198847,069
8	25498,79	2646,638	22852,15	22699,44	152,71	23319,303
9	20696,05	-2100,775	22796,82	22750,02	46,81	2190,988
10	20280,49	-1246,462	21526,95	22800,59	-1273,64	1622147,951
11	23018,25	700,600	22317,65	22851,16	-533,51	284634,746
12	25161,97	2646,638	22515,33	22901,73	-386,41	149308,908
13	20625,13	-2100,775	22725,91	22952,31	-226,39	51254,633
14	22403,88	-1246,462	23650,34	23002,88	647,47	419214,048
15	23935,96	700,600	23235,36	23053,45	181,91	33090,325
16	26426,35	2646,638	23779,72	23104,02	675,69	456562,578
17	21357,22	-2100,775	23457,99	23154,59	303,40	92051,490
18	21479,63	-1246,462	22726,09	23205,17	-479,07	229512,667

Рис. 5. Расчет выравненных значений T и ошибок E в аддитивной модели

Построим график двух рядов – фактического временного ряда y_t и ряда, полученного после исключения сезонной компоненты, $y_t - S_t$ и добавим для второго ряда линию тренда, отобразив её уравнение тренда и коэффициент детерминации (рис. 6).

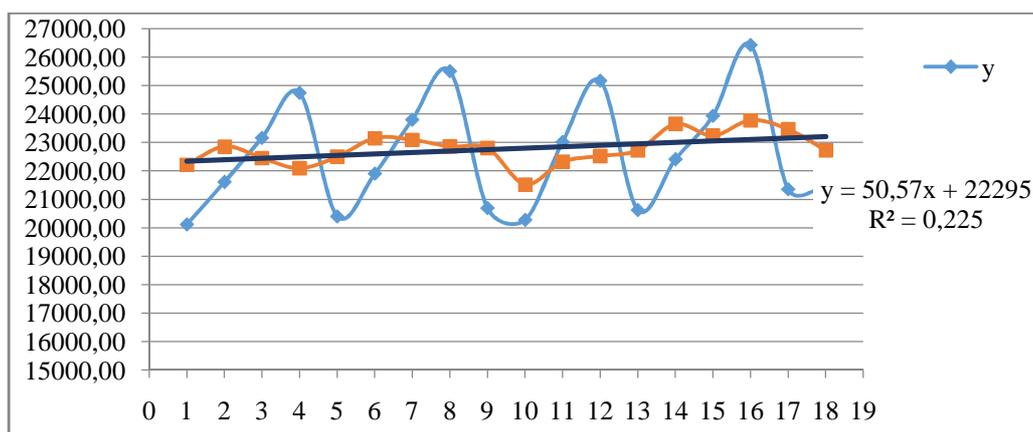


Рис. 6. Линейный тренд десеонализированного ряда

Коэффициент детерминации составляет 0,225, то есть включенным в модель фактором времени объясняется только 22,5% вариации объемов ВВП, 77,5% вариации обуславливается иными факторами. Это означает, что в модель

не включены существенные факторы, оказавшие сильное влияние на динамику ВВП, чтобы их учесть используем фиктивные переменные.

В связи с выраженным влиянием эпидемии на экономическое состояние страны в период со 2 квартала 2020 по 1 квартал 2021 гг., что соответствует наиболее строгим коронавирусным ограничениям, введена фиктивная переменная – z_1 , которая при $t = 10, 11, 12, 13$ равна 1, при других значениях t равна 0. Обострение политической ситуации в начале марта 2022 г., за которой последовало изменение многих экономических процессов вследствие разрывов внешнеэкономических связей, уходов с российского рынка иностранных компаний, также оказало значительное влияние на ВВП в сторону его снижения, поэтому введена вторая фиктивная переменная – z_2 , которая, начиная с $t=18$, будет равна 1. Введение этих двух фиктивных переменных позволит улучшить качество модели и прогноза объемов ВВП.

Расчитанные с учетом фиктивных переменных значения трендовой (Т) и случайной (Е) составляющей представлены в табл.1.

Таблица 1

Расчет значений Т и Е после введения фиктивных переменных

t	Y	S _i	y-S _i	Z ₁	Z ₂	T	E=y _t -(T+S _i)	E ²
1	20118,49	-2100,78	22219,27	0	0	22411,945	-192,679	37125,213
2	21612,60	-1246,46	22859,06	0	0	22475,930	383,133	146790,626
3	23155,33	700,6002	22454,73	0	0	22539,915	-85,189	7257,224
4	24740,19	2646,638	22093,55	0	0	22603,901	-510,349	260456,067
5	20397,19	-2100,78	22497,97	0	0	22667,886	-169,918	28872,237
6	21905,29	-1246,46	23151,75	0	0	22731,872	419,883	176301,442
7	23795,39	700,6002	23094,79	0	0	22795,857	298,937	89363,604
8	25498,79	2646,638	22852,15	0	0	22859,842	-7,692	59,163
9	20696,05	-2100,78	22796,82	0	0	22923,828	-127,003	16129,883
10	20280,49	-1246,46	21526,95	1	0	22175,482	-648,529	420590,144
11	23018,25	700,6002	22317,65	1	0	22239,467	78,182	6112,377
12	25161,97	2646,638	22515,33	1	0	22303,453	211,875	44891,096
13	20625,13	-2100,78	22725,91	1	0	22367,438	358,472	128502,415
14	22403,88	-1246,46	23650,34	0	0	23243,755	406,590	165315,777
15	23935,96	700,6002	23235,36	0	0	23307,740	-72,383	5239,244
16	26426,35	2646,638	23779,72	0	0	23371,725	407,991	166456,621
17	21357,22	-2100,78	23457,99	0	0	23435,711	22,284	496,559
18	21479,63	-1246,46	22726,09	0	1	23499,696	-773,604	598463,456

Для нахождения коэффициентов уравнения трендовой составляющей T , где $y = T + E = y_t - S_t$ был применен программный пакет «Анализ данных» Excel, что представлено на рис.7.

Регрессионная статистика								
Множественный R	0,852715086							
R-квадрат	0,727123017							
Нормированный R-квадрат	0,668649378							
Стандартная ошибка	327,5165612							
Наблюдения	18							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	3	4001617	1333872,443	12,43505669	0,000309			
Остаток	14	1501739	107267,0978					
Итого	17	5503357						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	22241,7255	166,1738	133,8461244	3,70951E-23	21885,32	22598,13	21885,32	22598,13
Квартал	84,12223054	16,90595	4,975895456	0,000203415	47,86258	120,3819	47,86258	120,3819
z1	-937,6711267	195,2506	-4,802397898	0,000281294	-1356,44	-518,9	-1356,44	-518,9
z2	-1029,833833	377,8831	-2,725271166	0,016422869	-1840,31	-219,355	-1840,31	-219,355

Рис. 7. Коэффициенты уравнения линейного тренда

Как видно из результатов регрессионной статистики, полученный критерий Фишера больше табличного значения ($F_{\text{табл}}=3,34$) и критерии Стьюдента коэффициентов выше критического значения t-критерия ($t_{\text{крит}} = 2,1448$), это свидетельствует о статистической значимости уравнения и коэффициентов и возможности их применения для моделирования и прогнозирования. В результате уравнение тренда выглядит следующим образом: $T = 22241,726 + 84,122 \cdot t - 937,671 \cdot z_1 - 1029,833 \cdot z_2$.

Сравним с помощью графика фактические объемы ВВП и объемы ВВП, получаемые в результате применения построенной аддитивной модели. Для этого представим два временных ряда – это y_t (фактические объемы) и $T+S$ (рис. 8).

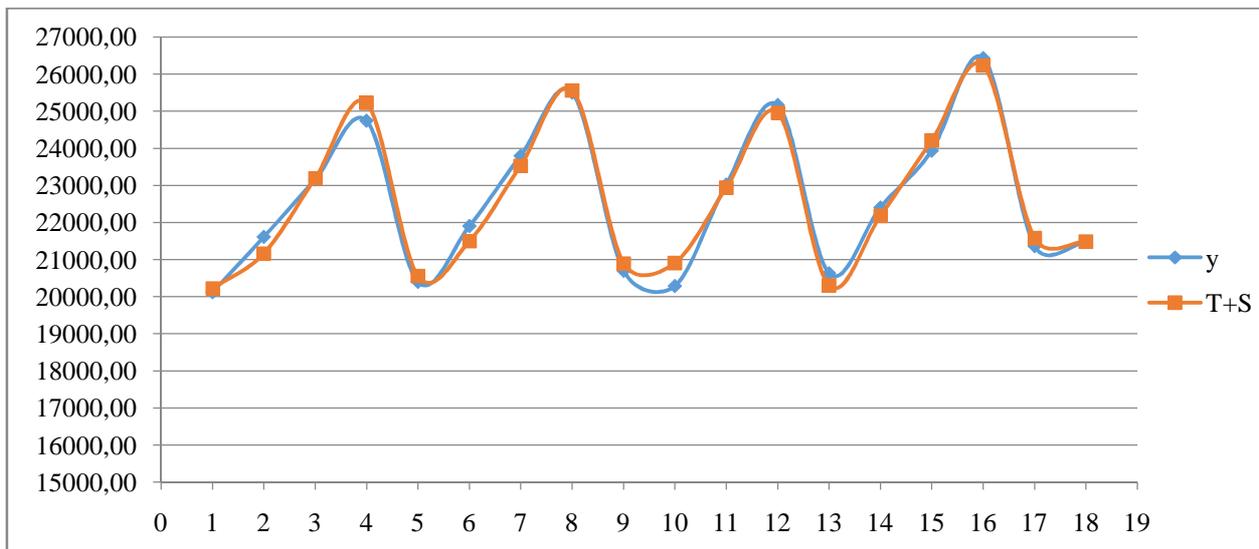


Рис. 8. Объем ВВП России по кварталам за 2018 – 1 полугодие 2022 гг. в ценах 2016 г., млрд руб.

Из рис. 8 видно, что фактические и моделируемые объемы ВВП практически совпадают. Качество модели можно проверить с помощью расчета доли ошибки, которая вычисляется как отношение суммы квадратов ошибки E^2 и суммы квадратов отклонений y_t от среднего значения: доля ошибки = $1501739,37/66094337,65 = 0,0227$. Таким образом, доля ошибки составляет 2,27%, это означает, что дисперсия уровней временного ряда объяснена построенной аддитивной моделью на 97,73%.

Полученную аддитивную модель можно использовать для прогноза объемов ВВП. Найдем прогнозное значение ВВП на 2 полугодие 2022 г. Для этого используем трендовое уравнение и скорректированные сезонные компоненты, соответствующие III и IV кварталам. Расчет предполагаемого объема ВВП за 3 и 4 кварталы 2022 г. представлен на рис. 9.

		<i>T</i>	<i>S</i>	<i>T+S</i>
<i>Прогноз</i>	19	22810,21017	700,6002041	23510,81037
	20	22894,33217	2646,637667	25540,96983

Рис. 9. Расчет предполагаемого объема ВВП за 3,4 кварталы 2022 г.

Как видно из рис. 9, прогнозное значения ВВП, рассчитанные на основе уравнения линейного тренда $T = 22241,726 + 84,122*t - 937,671*z_1 - 1029,833*z_2$, за 3 квартал 2022 г. составляют 23510,8104 млрд руб., за 4 квартал

2022 г. –25540,9698 млрд руб. В итоге за второе полугодие 2022 г. прогнозируемый объем ВВП составит: $23510,8104 + 25540,9698 = 49051,7802$ млрд руб. Определим также интервальные прогнозы. Стандартная ошибка, найденная регрессионной статистикой, составляет 327,517, $t_{\text{крит}}$ при $\alpha=0,05$ и $df=14$ равняется 2,1448, $\sum(t-\bar{t})^2=484,5$, $\bar{t}=9,5$, соответственно, ширина доверительного интервала для 19

квартала: $327,517 * 2,1448 * \sqrt{1 + \frac{1}{18} + \frac{(18+1-9,5)^2}{484,5}} = 782, 8006$. Для 20 квартала

ширина доверительного интервала равна $327,517 * 2,1448 * \sqrt{1 + \frac{1}{18} + \frac{(18+1-9,5)^2}{484,5}} = 795,7048$. Интервальные оценки прогнозов представлены в табл.2.

Таблица 2

Интервальные прогнозы объемов ВВП на 3 и 4 кварталы 2022 г.

Квартал	Ширина доверительного интервала	Прогнозное значение	Нижняя граница	Верхняя граница
19	782, 8006	23510,8104	22728,0098	24293,6110
20	795,7048	25540,9698	24745,2650	26336,6746

Согласно проведенному прогнозированию объемы ВВП в 3 и 4 кварталах 2022 г. снизятся в сравнении с соответствующими кварталами 2021г. Действительно, по предварительным данным Росстата в 3 квартале 2022 г. значение ВВП относительно 3 квартала 2021 г. ниже и составляет 96% [2]. Данный спад объясняется усилением санкций против, прежде всего, добывающих производств и российской экономики в целом. При этом объем ВВП в 4 квартале 2022 г. может оказаться значительно хуже рассчитанного по модели в связи с возможным введением ЕС «потолка цен на нефть» или полного нефтяного эмбарго [7], а ВВП зависит не только от физического объема производства, но и от цен на товары.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валовый внутренний продукт // Энциклопедия инвестора. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. URL: <https://investments.academic.ru/756> (дата обращения 26.11.2022).
2. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 27.11.2022).
3. Цвиль М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб. пособие. Ростов н/Д: РТА, Ростовский филиал, 2016. 135 с.
4. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник для магистров. М.: Юрайт, 2012. 453 с
5. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник. М.: Юнити-Дана, 2012. 328 с.
6. Цвиль М.М. Эконометрика: конспекты лекций по учебной дисциплине. Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2012. 86 с.
7. ВВП ожидает зимняя заморозка. Аналитики Евразийского банка развития представили свой прогноз на 2023–2024 годы // Новости РБК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/11/30/6385b9fb9a79470a0b4f9bea?ysclid=lb3s5zhsvx365498530> (дата обращения 29.11.2022).

REFERENCES

1. Gross domestic product // Encyclopedia of the investor. Dictionaries and encyclopedias at Academician [Electronic resource]. URL: <https://investments.academic.ru/756> (accessed 11/26/2022).
2. Federal State Statistics Service: official site [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (accessed 11/27/2022).
3. Tsvil M.M. Time series analysis and forecasting: textbook. allowance.

- Rostov n/a: RTA, Rostov branch, 2016. 135 p.
4. Eliseeva I.I. Econometrics: textbook for masters. M.: Yurayt, 2012. 453 p.
 5. Kremer N.Sh., Putko B.A. Econometrics: textbook. M.: Unity-Dana, 2012. 328 p.
 6. Tsvil M.M. Econometrics: lecture notes on academic discipline. Rostov n/a: Russian Customs Academy, Rostov branch, 2012. 86 p.
 7. GDP expects a winter freeze. Analysts of the Eurasian Development Bank presented their forecast for 2023–2024 // RBC News [Electronic resource]. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/11/30/6385b9fb9a79470a0b4f9bea?ysclid=lb3s5zhsvx365498530> (accessed 11/29/2022).