

Е.А. Кривоносова, В.В. Зазерская
Брестский государственный технический университет
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛОВОГО
РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

Е.А. Krivonosova, V.V. Zazerskaya
Brest State Technical University
STATISTICAL METHODS FOR FORECASTING THE GROSS REGIONAL PRODUCT

Аннотация. В статье рассматривается влияние валового регионального продукта на экономическое развитие Брестского региона. Проводится корреляционно-регрессионный анализ для выявления связи между валовым региональным продуктом и ведущими экономическими показателями Брестской области. Используется совокупность методов экстраполяции временного ряда и корреляционно-регрессионного анализа. С помощью расчетов доказываемся адекватность полученных результатов.

Annotation. The article discusses the impact of the gross regional product on the economic development of the Brest region. Correlation-regression analysis is carried out to identify the relationship between the gross regional product and the leading economic indicators of the Brest region. A combination of methods for extrapolating a time series and correlation-regression analysis is used. With the help of calculations, the adequacy of the obtained results is proved.

Ключевые слова: ВАЛОВЫЙ ВНУТРЕННИЙ ПРОДУКТ, РАЗВИТИЕ РЕГИОНА, КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ.

Keywords: GROSS DOMESTIC PRODUCT, REGIONAL DEVELOPMENT, CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS.

Современное общество характеризуется высокой динамикой изменений во всех сферах. Трансформации подвергаются сложившиеся нравственные ценности, социальные и политические отношения и структура общества. Все эти изменения оказывают влияние на его экономическое развитие, придавая ему отличительные особенности. Экономическое развитие — одна из важнейших характеристик экономической жизни любой страны мира. Необходимо знать, как достичь экономического развития, как найти оптимальные пути решения проблем.

Результатом развития всей национальной экономики Республики Беларусь выступает валовой внутренний продукт – показатель, используемый в системе национальных счетов более 100 стран мира, выражающий в рыночных ценах совокупную стоимость товаров и услуг, созданных внутри страны в течение года с использованием факторов производства, принадлежащих как данной стране, так и другим странам [1]. От того, растет показатель или снижается, в конкретной стране делается вывод об эффективности развития национальной экономической системы, целесообразности привлечения инвестиций, ее конкурентоспособности в мировой экономике. Данный показатель является агрегированным и исчисляется путем суммирования валового регионального продукта (ВРП) каждого региона страны.

Осуществление этапов распределения бюджета или выбора приоритетных направлений зачастую прерывается выявившимися препятствиями. Возникают ограничения в бюджетных средствах, проблемы организационно-мониторингового характера, которые не позволяют в должной мере использовать реально имеющийся потенциал социально-экономических систем для достижения максимальных результатов. В связи с чем встает вопрос о выборе приоритетных направлений развития региона. Проявляется необходимость в создании эффективного инструментария для региональных органов управления.

В данном анализе используется совокупность методов экстраполяции временного ряда и корреляционно-регрессионного анализа для нахождения взаимосвязи, установление между ними причинно-следственной зависимости и влияния факторов на ВРП в будущий момент времени. Расчеты выполнены на примере Брестской области.

Временной ряд — это собранный в прошлый момент времени статистический материал о значениях исследуемых переменных изучаемого нами процесса. Данные были взяты за 2015-2021 гг. из официальной статистической отчетности, ежегодного издания Национального ста-

статистического комитета Республики Беларусь «Регионы Республики Беларусь» [2] (таблица 1). После чего статистические данные экстраполируются по 2023 год в соответствии со сложившимися тенденциями для дальнейшего анализа и планирования хозяйственно-экономической деятельности области.

Таблица 1 — Экономические показатели Брестской области

Год	ВРП (млн. руб.)	Объем подрядных работ по виду экономической деятельности «Строительство» (млн. руб.)	Розничный товарооборот (млн. руб.)
2015	8 347,5	914,9	4 269,2
2016	9 057,6	851,9	4 506,0
2017	10 367,1	933,3	4 911,8
2018	11 520,5	1 135,2	5 537,0
2019	12 640,1	1 388,1	6 134,1
2020	14 374,7	1 454,6	6 538,3
2021	18 488,3	1 414,0	7 302,8

На рисунке 1 проиллюстрирован пример экстраполяции временного ряда. Метод экстраполяции — это распространение выводов полученных из наблюдений на значение показателей в будущий момент времени.



Рисунок 1 — Экстраполяция временного ряда ВРП Брестской области

Опираясь на полученные данные, можно сделать прогноз, что ВРП по Брестской области в 2022 г. предположительно составит 18303,63 млн. руб., а в 2023 г. 19851,11 млн. руб. Аналогичным образом спрогнозируем значения остальных переменных, объем подрядных работ и розничный товарооборот. По полученным результатам проведен корреляционно-регрессионный анализ. Корреляционная зависимость — стохастическая зависимость между случайными величинами, при которой наблюдается функциональная зависимость между значениями одной величины и средними значениями другой величины [3]. Это наиболее подходящий вид анализа для использования его на примере регионов, т.к. регион нужно рассматривать как хозяйственную деятельность. Получим коэффициенты корреляции исходных данных. Результативный показатель — валовой региональный продукт (Y), факторы — объем подрядных работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» (X₁) и розничный товарооборот (X₂). Проведем однофакторный анализ между Y: X₁; Y: X₂ и X₁: X₂ (таблица 2).

Таблица 2 – Расчеты корреляционного анализа

	Y	X ₁	X ₂	Y ²	x ₁ ²	x ₂ ²	Y*X ₁	Y*X ₂	X ₁ *X ₂
	8347,5	914,9	4269,2	69680756,25	837042,01	18226068,64	7637127,75	35637147	3905891,08
	9 057,60	851,9	4 506,00	82040117,76	725733,61	20304036	7716169,44	40813545,6	3838661,4
	10 367,10	933,3	4 911,80	107476762,4	871048,89	24125779,24	9675614,43	50921121,78	4584182,94
	11520,5	1 135,20	5 537,00	132721920,3	1288679,04	30658369	13078071,6	63789008,5	6285602,4
	12 640,10	1 388,10	6 134,10	159772128	1926821,61	37627182,81	17545722,81	77535637,41	8514744,21
	14 374,70	1 454,60	6 538,30	206632000,1	2115861,16	42749366,89	20909438,62	93986101,01	9510611,18
	18 488,30	1 414,00	7 302,80	341817236,9	1999396	53330887,84	26142456,2	135016357,2	10326159,2
	18303,63	1607,07	7655,27	335022871,2	2582673,985	58603158,77	29415214,66	140119229,6	12302554,76
	19851,11	1719,84	8169,12	394066568,2	2957849,626	66734521,57	34140733,02	162166099,7	14049579,34
Сумма	122950,54	11418,91	55023,59	1829230361	15305105,93	352359370,8	166260548,5	799984247,9	73317986,51
Среднее значение	13661,17111	1268,767778	6113,732222	203247817,9	1700567,326	39151041,2	18473394,28	88887138,65	8146442,946
Y - Ȳ	(Y - Ȳ) ²	x ₁ - x̄ ₁	(x ₁ - x̄ ₁) ²	x ₂ - x̄ ₂	(x ₂ - x̄ ₂) ²	Y - Ȳ * x ₁ - x̄ ₁	Y - Ȳ * x ₂ - x̄ ₂	x ₁ - x̄ ₁ * x ₂ - x̄ ₂	
-5313,67	28235100,68	-353,87	125222,40	-1844,53	3402299,12	1880336,99	9801237,58	652720,519	
-4603,57	21192866,98	-416,87	173778,74	-1607,73	2584802,90	1919080,46	7401309,61	670211,759	
-3294,07	10850904,49	-335,47	112538,63	-1201,93	1444641,07	1105054,72	3959250,21	403209,532	
-2140,67	4582472,81	-133,57	17840,35	-576,73	332620,06	285924,68	1234594,01	77032,841	
-1021,07	1042586,21	119,33	14240,18	20,37	414,85	-121846,68	-20796,95	2430,532	
713,53	509123,48	185,83	34533,61	424,57	180257,80	132596,66	302941,37	78898,374	
4827,13	23301173,31	145,23	21092,40	1189,07	1413882,18	701054,66	5739783,42	172690,956	
4642,46	21552424,54	338,30	114448,39	1541,54	2376338,72	1570554,16	7156525,76	521505,656	
6189,94	38315343,45	451,07	203466,15	2055,39	4224618,92	2792109,49	12722724,74	927128,332	
0,00	149581995,93	0,00	817160,87	0,00	15959875,60	10264865,12	48297569,76	3505828,500	
	16620221,77		90795,65		1773319,51	1140540,57	5366396,64	389536,500	

Перед тем, как искать коэффициент корреляции, необходимо установить есть ли между исследуемыми показателями корреляционный момент. Корреляционный момент (ковариация) характеризует наличие или же отсутствие связи между случайными величинами X₁, X₂ и Y. Формула для расчета ковариации:

$$K_{yx_1} = \frac{\sum(y_i - \bar{y}) * (x_i - \bar{x})}{n} = \frac{10264865,12}{9} = 1140540,56$$

$$K_{yx_2} = 5366396,64$$

$$K_{x_1x_2} = 389536,5$$

Корреляционный момент во всех случаях отличен от нуля, следовательно, корреляционная связь существует между всеми переменными. Нормированное значение коэффициента ковариации – коэффициент корреляции [4].

Для проверки наличия корреляции парной линейной связи используют линейный коэффициент парной корреляции, который является мерой пропорциональности степени зависимости явлений, показателем интенсивности линейной связи. Формула для нахождения коэффициентов:

$$r_{yx_1} = \frac{\overline{x_1 * y} - \bar{x}_1 * \bar{y}}{\sigma_x * \sigma_y} = \frac{18473394,28 - 1268,77 * 13661,17}{\sqrt{90795,65} * \sqrt{16620221,77}} = 0,92$$

$$r_{yx_2} = 0,98$$

$$r_{x_1x_2} = 0,97$$

Коэффициент корреляции изменяется от -1 до +1. Если

значение положительное, то это свидетельствует о прямой связи, отрицательное значение - об обратной. Характеристики тесноты связи, отображенные в таблице 3, приведены из учебника “Военно-экономический анализ” под ред. С.Ф. Викулова [3].

Таблица 3 – Оценка линейного коэффициента корреляции

Величина коэффициента корреляции (по модулю)	Характер связи
0 – 0,1	Связь практически отсутствует, т. е. признаки X и Y являются независимыми, или связь нелинейная.
0,1 – 0,3	Связь слабая.
0,3 – 0,65	Связь средней тесноты (умеренная).
0,65 – 0,8	Связь тесная (сильная).
0,8 – 0,95	Связь очень тесная, практически изменение результативного признака определено изменением факторного.
0,95 – 1,0	Связь функциональная, т. е. все точки (X, Y) лежат на прямой линии, имеет место строго пропорциональная зависимость в изменении Y и X.

Коэффициент парной корреляции между валовым региональным продуктом и объемом подрядных работ (Y, X₁) является очень тесным видом связи; связь между валовым региональным продуктом и розничным товарооборотом (Y, X₂) является функциональной.

Коэффициент корреляции проверяется путем нахождения t-критерия Стьюдента [4]. Определим значение критерия t_{расч.} Затем проверим на нулевую гипотезу об отсутствии связи между факторами и ВРП с помощью t-критерия.

$$t_{расч(yx_1)} = \frac{|r| * \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{|0,92| * \sqrt{9-2}}{\sqrt{1-0,92^2}} = 6,2$$

$$t_{расч(yx_2)} = 13,02$$

$$t_{расч(x_1x_2)} = 10,55$$

$$t_{табл.} = 1,8331 \text{ с уровнем вероятности } 0,90$$

Вычисленное по формуле значение t_{расч} сравнивается с t_{табл.}, который получают по таблице Стьюдента. В случае если |t_{расч}| > |t_{табл.}|, то связь считают существенной. Так как |6,2| > |1,8331|, |13,02| > |1,8331| и |10,55| > |1,8331|, то это означает, что связь является существенной для всех коэффициентов.

Применим корреляционный анализ на многомерном случае. При изучении двумерной модели рассматривались только взаимосвязи парных коэффициентов корреляции, но этого недостаточно для многомерной модели. К. Пирсоном предложены множественные и частные коэффициенты, в которых отражено многообразие связей между переменными [4].

Теснота связи между ВРП и всеми факторами измеряется при помощи коэффициента множественной корреляции:

$$R_{y/x_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2 * r_{yx_1} * r_{yx_2} * r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}} = 0,988$$

Коэффициент множественной корреляции по определению является положительным и принимает значения в интервале между нулем и единицей. Если ВРП не связан с исследуемыми факторами линейной корреляционной зависимостью, то коэффициент примет значение близкое к 0. Коэффициент, стремящийся к единице, свидетельствует о сильной зависимости между признаками. Полученный нами коэффициент составил 0,988, это говорит нам о сильной тесноте связи между факторами и ВРП.

Качество модели проверяется расчетом стандартной ошибки уравнения регрессии:

$$S_{\bar{y}_x} = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y}_x)^2}{n-m}} = \sqrt{\frac{903275,59}{9-3}} = 388,00249, \text{ где } m - \text{ число параметров в уравнении;}$$

Относительная ошибка уравнения регрессии - коэффициент вариации:

$$K_{S_{\bar{y}_x}} = \frac{S_{\bar{y}_x}}{\bar{y}} * 100\% = \frac{388,00249}{13661,17} * 100\% = 2,84$$

Достоинство коэффициента вариации – он может служить мерой сравнения однородных по характеру величин, но имеющих существенную разницу в абсолютном значении. Если коэффициент вариации имеет значение менее 33 %, а в нашем случае так и есть, то построенным уравнением регрессии можно пользоваться для принятия управленческих решений.

Рассчитаем коэффициент детерминации, который показывает, какую часть вариации результативного признака объясняет построенная модель:

$$n^2 = 1 - \frac{\sum(y_{\text{факт}} - \bar{y}_x)^2}{\sum(y_{\text{факт}} - \bar{y})^2} = 1 - \frac{903275,59}{149581995,93} = 0,993$$

Долю дисперсии результативного признака Y , вызванную влиянием остальных не учтенных в модели факторов характеризует величина $(1 - \eta^2)$. Следовательно, факторы X_1 и X_2 объясняют вариацию доходов на 99,3 %, а оставшийся 0,7 % является дисперсией результативного признака, вызванного влиянием других, не учтенных в модели, факторов.

Соответственно, полученная нами регрессия и корреляция оказались адекватными. Результаты корреляции доказали существование связи между ВРП, объемом подрядных работ и розничным товарооборотом. Была построена модель регрессии, найдены коэффициенты регрессии и установлен уровень зависимости между переменными. Используемые методы могут служить эффективным инструментарием для региональной власти при разработке и реализации стратегии развития региона. Достаточная степень конкретности и достоверности показателей позволят: дать однозначную оценку фактическому состоянию региона; распределить бюджет, основываясь на результатах; обоснованно отстаивать точку зрения региона.

Список использованных источников

1. Журавлева Г.П. Экономическая теория. Макроэкономика – 1, 2. Метаэкономика. Экономика трансформаций: учебник. М.: Дашков и Ко, 2014. 920 с
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат) - Регионы Республики Беларусь, 2021 (том 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_41220/– Дата доступа: 02.11.2022.
3. Харченко М.А. Корреляционный анализ: Учебное пособие для вузов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. - 31 с

М.А. Ровнейко,

Брестский государственный технический университет

ИНСТРУМЕНТЫ СЕНСОРНОГО МАРКЕТИНГА КАК ДРАЙВЕР РОСТА ПРОДАЖ

M.A. Rovnejko,

Brest State Technical University

SENSOR MARKETING TOOLS AS A SALES GROWTH DRIVER

Annotation. The article considers sensory marketing as an effective tool for influencing consumer behavior, which contributes to sales growth. The author characterizes the tools of sensory marketing, gives examples of their impact on the target audience.