

Анализ динамики и тенденций изменения ВРП Воронежской области на основе модели авторегрессии первого порядка

Наталья В. Слинкова¹ slinat@yandex.ru

¹ Воронежский филиал Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В статье рассмотрена проблема анализа динамики и прогнозирования основного показателя уровня развития региональной экономики – валового регионального продукта (ВРП). Описано влияние инвестиционного фактора, рассмотрены существующие подходы к данной проблеме на примере нескольких публикаций последних лет. Проанализирована специфика взаимовлияния показателей валового регионального продукта и объемов инвестиций, отмечена важность долгосрочного влияния инвестиций на динамику экономических показателей региона. Описаны свойства авторегрессионных моделей, рассмотрены возможности применения авторегрессионной модели первого порядка для анализа динамики и прогнозирования валового регионального продукта Воронежской области с учетом фактора объемов инвестиций в основной капитал. На основе статистических данных за 2000-2016 гг. построены модели авторегрессии с применением метода инструментальных переменных для преодоления присущей таким моделям мультиколлинеарности. Проанализированы различные подходы к построению авторегрессионной модели, сделаны выводы о качестве полученных моделей. Предложенная модель авторегрессии характеризуется высокими показателями качества и адекватности, с ее помощью составлен точечный и интервальный прогноз ВРП. На основе полученной модели определены значения краткосрочного и долгосрочного мультипликаторов инвестиций. Полученные значения мультипликаторов в очередной раз подтверждают важность инвестиционной политики для экономики региона и позволяют количественно оценить эффект от вложенных средств. Использование данной модели может быть полезным как в рамках дескриптивного, так и нормативного подхода в моделировании экономики региона.

Ключевые слова: валовой региональный продукт, инвестиционная деятельность, инвестиции, модели регрессии, корреляционно-регрессионный анализ, авторегрессия, авторегрессионная модель первого порядка, анализ динамики, прогнозирование

Analysis of the dynamics and trends of the Voronezh region GRP changes on the basis of the first order autoregressive model

Natalia V. Slinkova¹ slinat@yandex.ru

¹ Voronezh branch Of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Karl Marx str., 67A, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The article considers the possibilities of using the first-order autoregressive model for analyzing the dynamics and forecasting of the main indicator of the level of development of the regional economy - gross regional product (GRP). The influence of the investment factor is described, the existing approaches to this problem are considered on the example of several publications of recent years. The specifics of the mutual influence of the gross regional product and investment volumes are analyzed, the importance of the long-term impact of investments on the dynamics of the region's economic indicators is noted. The properties of autoregressive models are described, the possibilities of using the first-order autoregressive model for analyzing the dynamics and forecasting of the gross regional product of the Voronezh region are considered, taking into account the factor of investment in fixed assets. Based on the statistical data for 2000-2016, autoregression models are constructed using the instrumental variables method to overcome the multicollinearity inherent in such models. Various approaches to constructing an autoregressive model are analyzed, and conclusions are drawn about the quality of the models obtained. The proposed model of autoregression is characterized by high quality and adequacy indicators, with its help a point and interval GRP is compiled. On the basis of the obtained model, the values of short-term and long-term investment multipliers are determined. The received values of multipliers once again confirm the importance of investment policy for the regional economy and allow quantifying the effect of invested funds. The use of this model can be useful both within the descriptive and normative approach in modeling the regional economy.

Keywords: gross regional product, investment activity, investments, regression models, correlative and regression analysis, autoregression, first order autoregressive model, dynamics analysis, forecasting

Введение

Валовой региональный продукт (ВРП) является главным макроэкономическим показателем динамики и уровня развития экономики. Он отражает результат воздействия целого комплекса факторов, среди которых ведущим является объем инвестиций в основной капитал. Поскольку инвестиции являются мультипликатором экономического развития, увеличение объема инвестиций в экономику

прямо пропорционально влияет на объемы валового регионального продукта и в текущем, и в последующих периодах. При этом можно утверждать, что такое влияние является взаимным – увеличение объемов ВРП, в свою очередь, стимулирует приток инвестиций в экономику региона и способствует дальнейшему росту ВРП.

Ввиду высокой степени корреляции между показателями объемов инвестиций и ВРП, а также прямой зависимости между

Для цитирования

Слинкова Н.В. Анализ динамики и тенденций изменения ВРП Воронежской области на основе модели авторегрессии первого порядка // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 382–385. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-382-385

For citation

Slinkova N.V. Analysis of the dynamics and trends of the Voronezh region GRP changes on the basis of the first order autoregressive model. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 382–385. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-382-385

ними, в некоторых работах [1–3] предлагается использовать модель линейной регрессии для анализа данных показателей. Однако такой подход не дает информации о долгосрочном влиянии инвестиционной деятельности на экономику, не учитывает инерционности, присущей сложной системе экономики государства или региона, а также мультипликативной роли инвестиций.

Вышесказанное позволяет сделать предположение о целесообразности использования авторегрессионной модели для анализа динамики и прогнозирования объемов ВРП. Целью данной работы является изучение возможностей использования авторегрессионных моделей для анализа и прогнозирования состояния экономики региона, а также построение такой модели по данным Воронежской области, оценка адекватности и качества модели.

Теоретический анализ и исходные данные

Включение в эконометрические модели значений результативной переменной в предыдущие моменты времени в качестве факторов возможно с помощью моделей авторегрессии. Модели этого типа описывают случаи, когда влияние причины на следствие является пролонгированным. В общем случае модель авторегрессии можно представить в следующем виде:

$$y = a + b_0x_t + c_1y_{t-1} + \dots + c_ny_{t-n}, \quad (1)$$

где n – порядок модели авторегрессии.

Таким образом, с помощью подобной модели можно учесть инерционность изучаемого явления, когда уровень результативного показателя в текущем периоде в значительной степени зависит от его уровней, достигнутых в предыдущих периодах.

Описанные свойства авторегрессионных моделей во многом соответствуют основополагающим характеристикам динамики валового регионального продукта. Рассмотрим построение модели авторегрессии на примере показателей валового регионального продукта и инвестиций в основной капитал в Воронежской области (таблица 1) [4].

Воронежская область является динамично развивающимся регионом с диверсифицированной экономикой. В течение всего периода с 2000 года в области не наблюдалось снижения ВРП даже в кризисные для экономики РФ годы. Объемы инвестиций в основной капитал также стабильно возрастали в рассматриваемом периоде. Таким образом, можно говорить о высокой устойчивости экономики региона (рисунок 1).

Таблица 1.

Показатели экономического развития Воронежской области за 2000–2016 гг.

Table 1.

Indicators of economic development of the Voronezh region for 2000-2016

Годы Years	Инвестиции в осн. капитал, млн руб. Investments in fixed assets, mln. rubles	ВРП, млн руб. GRP, mln. rubles
2000	8 262,00	49 523,90
2001	10 409,00	60 014,60
2002	15 964,00	83 001,10
2003	19 756,00	100 143,30
2004	21 845,00	117 197,60
2005	28 652,00	133 586,60
2006	38 867,04	166 176,50
2007	65 319,29	222 811,90
2008	94 168,00	287 072,10
2009	94 788,00	301 729,10
2010	125 825,50	346 568,20
2011	155 244,86	474 973,90
2012	182 334,32	563 965,40
2013	216 983,05	611 720,40
2014	240 272,22	717 667,20
2015	264 659,81	805 969,60
2016	270 992,14	841 375,70
2017	294168,51	—*

*На момент написания статьи официальные данные о размере ВРП Воронежской области за 2017 г. отсутствуют

* At the time of writing, official data on the The amount of GRP of the Voronezh region for 2017 are absent

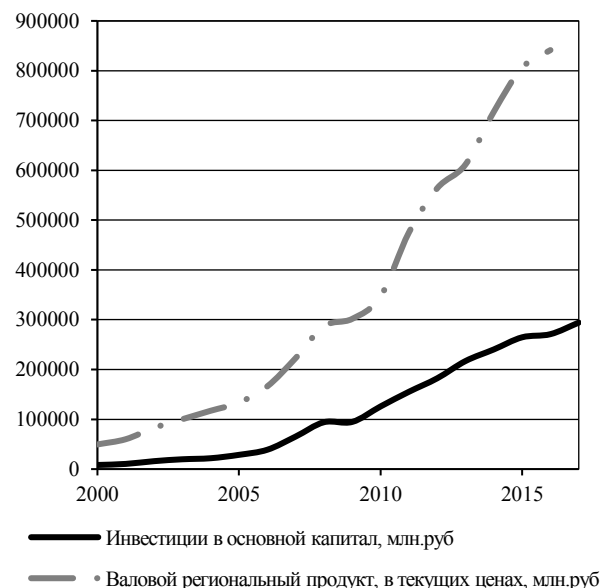


Рисунок 1. Динамика ВРП Воронежской области и объемов инвестиций в основной капитал [4]

Figure 1. Dynamics of GRP of the Voronezh region and the volume of investment in fixed capital

Экспериментальная часть

Можно отметить, что направление динамики ВРП и объема инвестиций в основной капитал в Воронежской области имеет схожие характеристики, коэффициент линейной корреляции для рассматриваемых показателей составляет 0,997. Построим по имеющимся данным двухфакторную авторегрессионную модель первого порядка AR(1), учитывающую влияние инвестиций в основной капитал и значений ВВП в предыдущем периоде. Модель будет иметь вид $y_t = a + b_0x_t + c_1y_{t-1} + \varepsilon_t$, где x_t – объем инвестиций в основной капитал, млн руб., y_t – ВРП Воронежской области в текущем периоде, млн руб., y_{t-1} – ВРП Воронежской области в предыдущем периоде, млн руб., ε_t – случайная (стохастическая) компонента.

Наличие лаговых значений результативного признака в правой части уравнения приводит к нарушению предпосылки МНК о делении переменных на результативную (стохастическую) и факторные (нестохастические) [5, с. 325]. Кроме того, существует корреляционная зависимость между лаговыми переменными и ошибкой [6, с. 191]. Присутствие таких свойств у авторегрессионных моделей делает невозможным получение несмещенных, эффективных и состоятельных оценок параметров модели с помощью обычного МНК. Одним из способов преодоления данной проблемы является использование инструментальных переменных [7, с. 212]. Такие переменные должны в значительной степени коррелировать с исходными переменными, но не должны иметь корреляционной связи с ошибкой модели. В качестве инструментальной переменной возьмем переменную \hat{y}_{t-1} , определяемую соотношением $\hat{y}_{t-1} = d_0 + d_1x_{t-1}$, в котором коэффициенты d_0 и d_1 получены с помощью обычного МНК. Получим уравнение инструментальной переменной $\hat{y}_{t-1} = 38737,9 + 2,793 x_{t-1}$.

В [5, с. 327] отмечена проблема мультиколлинеарности факторов \hat{y}_{t-1} и x_t , которая возникает вследствие функциональной зависимости между \hat{y}_{t-1} и x_{t-1} . В тех же источниках предлагается для снижения негативного влияния мультиколлинеарности на оценки параметров включать в модель фактор времени в качестве независимой переменной (t). Поэтому далее будут рассмотрены два вида уравнения авторегрессии $y_t = a + b_0x_t + c_1\hat{y}_{t-1} + \varepsilon_t$ и $y_t = a + b_0x_t + c_1\hat{y}_{t-1} + c_2t + \varepsilon_t$.

При оценке параметров уравнения $y_t = a + b_0x_t + c_1\hat{y}_{t-1} + \varepsilon_t$ с ненулевой константой a выявлено, что значимость данной константы ниже заданного уровня значимости в 5%. Экономический смысл данного параметра также неочевиден, поэтому построена модель

с нулевым свободным членом. МНК получено следующее уравнение:

$$y_t = 0,917 x_t + 0,597 \hat{y}_{t-1} + 8111,334 t. \quad (2)$$

Полученная модель имеет высокие показатели значимости и адекватности: коэффициент детерминации R^2 равен 0,9986 (нормированный $R^2 = 0,92$), F-статистика Фишера составляет 3168,9 (табличное значение 3,49), средняя ошибка аппроксимации 5,8%. Все коэффициенты при факторных признаках модели также являются значимыми на уровне 5%. Однако проверка модели на автокорреляцию в остатках, проведенная с помощью критерия h Дарбина показала, что гипотеза об отсутствии автокорреляции отклоняется, поскольку $h = 4,95$, и нарушается условие $t_{\alpha/2} < h < t_{1-\alpha/2}$, где $t_{\alpha/2} = -1,96$, $t_{1-\alpha/2} = 1,96$ – квантили распределения Стьюдента порядка $\alpha/2, 1-\alpha/2$. Таким образом, оценки параметров данной модели не могут считаться несмещенными, т. к. нарушено одно из условий теоремы Гаусса-Маркова.

Найдем МНК оценки параметров уравнения авторегрессии без учета фактора времени, получим:

$$y_t = 29512,23 + 1,579 x_t + 0,485 \hat{y}_{t-1}. \quad (3)$$

Полученная модель также имеет высокие показатели значимости и адекватности: коэффициент детерминации равен 0,996, F-статистика Фишера составляет 1811,14 (табличное значение 3,49), средняя ошибка аппроксимации 6%. Все коэффициенты при факторных признаках модели являются значимыми на уровне 5%. Критерий h Дарбина для данного уравнения составляет 1,36, условие $t_{\alpha/2} < h < t_{1-\alpha/2}$, при $t_{\alpha/2} = -1,96$, $t_{1-\alpha/2} = 1,96$ выполняется. Таким образом, гипотеза об отсутствии автокорреляции в остатках принимается.

Для прогноза значений ВРП и интерпретации полученных оценок параметров будем использовать модель авторегрессии без учета фактора времени. Используя данные об объеме инвестиций в основной капитал в 2017 г., можно рассчитать прогнозное значение ВРП. Оно составит 902306,9 млн руб. Определим границы возможных значений ВРП по формуле:

$$\hat{y}_0 \pm t_{1-\alpha; n-k-1} \cdot S_{\hat{y}_0} \quad (4)$$

где \hat{y}_0 – расчетное значение прогноза; $t_{1-\alpha; n-k-1}$ – значение t -критерия Стьюдента на уровне значимости α при числе степеней свободы $n-k-1$ (n – число наблюдений, k – число параметров модели); $S_{\hat{y}_0}$ – выборочная среднеквадратическая ошибка, рассчитанная по формуле:

$$S_{\hat{y}_0} = S_{ocm} \cdot \sqrt{1 + X_0^T (X^T X)^{-1} X_0} \quad (5)$$

где S_{ocm} – остаточная сумма квадратов отклонений.

При заданном уровне значимости ($\alpha = 0,05$) значение ВРП за 2017 г. будет находиться в пределах от 854559,52 млн руб. до 950054,27 млн руб.

Важным свойством полученной модели является возможность оценки масштабов влияния инвестиций в основной капитал на динамику ВРП в краткосрочной и долгосрочной перспективе [8]. Увеличение инвестиций на 1 млн руб. приводит к росту ВРП в текущем периоде в среднем на 1,58 млн руб. и на 3,07 млн руб. в долгосрочной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сафина Г.Ф., Сафина И.И. Анализ зависимости ВВП от инвестиции в науку на основе многофакторной регрессионной модели // Достижения и приложения современной информатики, математики и физики: материалы VI Всероссийской научно-практической заочной конференции. 2017. С. 66–72.

2 Шеховцова Ю.А. Моделирование зависимости ВВП от инвестиций в условиях современной российской экономики // Экономические науки. 2012. № 86. С. 172–177.

3 Козина А.Т. Эконометрический анализ валового внутреннего продукта России и его взаимосвязей с инвестициями в основной капитал, численностью занятого в экономике населения, добычей нефти и газа // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 2 (449). С. 183–196.

4 Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/>

5 Эконометрика: учебник; под ред. И.И. Елисейевой. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.

6 Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник для вузов; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 311 с.

7 Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. 6-е изд., перераб. и доп.: учебник. М.: Дело, 2004. 576 с.

8 Васильев М.П. Анализ влияния внешних факторов на эффективность использования ресурсного потенциала и экономический рост региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1 (71). С. 422–425. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-422-425

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Слинкова ст. преподаватель, кафедра информационных технологий в экономике, Воронежский филиал Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394036, Россия, slinat@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья В. Слинкова полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 19.07.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.08.2018

Заключение

В работе рассмотрена возможность применения модели авторегрессии первого порядка для анализа динамики и прогнозирования валового регионального продукта с учетом фактора инвестиций в основной капитал. Построенная авторегрессионная модель характеризуется высокими показателями качества и адекватности, с ее помощью составлен точечный и интервальный прогноз ВРП, проведена оценка мультипликатора инвестиций в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Данная модель может быть использована как в рамках дескриптивного, так и нормативного подхода в моделировании экономики региона.

REFERENCES

1 Safina G.F., Safina I.I. Analysis of the dependence of GDP on investment in science based on a multi-factor regression model. Dostizheniya i prilozheniya sovremennoi informatiki, matematiki i fiziki Materialy VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi zaочноi konferentsii [Achievements and applications of modern informatics, mathematics and physics: proceedings of the vi all-Russian scientific and practical correspondence conference]. 2017, pp. 66–72. (in Russian).

2 Shekhovtsova Yu.A. Modeling the dependence of GDP on investment in the modern Russian economy. *Ekonomicheskie nauki* [Economics]. 2012. no. 86. pp. 172–177. (in Russian).

3 Kozinova A.T. Econometric analysis of the gross domestic product of Russia and its interrelations with investments in fixed capital, the number of people employed in the economy, oil and gas production. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. 2016. no. 2 (449). pp. 183–196. (in Russian).

4 Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru/> (in Russian).

5 *Ekonometrika* [Econometrics]. M., Finansy i statistika, 2002. 344 p. (in Russian).

6 Kremer N.Sh., Putko B.A. *Ekonometrika* [Econometrics]. M., YUNITI-DANA, 2002. 311 p. (in Russian).

7 Magnus Ya.R., Katyshev P.K., Peresetskii A.A. *Ekonometrika. Nachal'nyi kurs* [Econometrics. Initial course]. M., Delo, 2004. 576 p. (in Russian).

8 Vasil'ev M.P. Analysis of the influence of external factors on the efficiency of using the resource potential and economic growth of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 1 (71). pp. 422–425. (in Russian). doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-422-425

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Slinkova senior lecturer, information technologies in economics department, Voronezh branch Of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Karl Marx str., 67A, Voronezh, 394036, Russia, slinat@yandex.ru

CONTRIBUTION

Natalia V. Slinkova fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

RECEIVED 7.19.2018

ACCEPTED 8.15.2018