

УДК 332.1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МАКРОРЕГИОНОВ С УЧЕТОМ ПОТЕНЦИАЛА МОДЕРНИЗАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

**Бараков В.С.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный университет»,  
Волгоград, e-mail: vlbarakov@mail.ru*

В статье проводится анализ развития экономического потенциала макрорегионов с учетом модернизационных преобразований, в котором особое внимание уделяется трем существенным факторам, оказывающим влияние на величину валового регионального продукта: социально-экономический; инвестиционный и инновационный факторы. Для проведения моделирования экономического развития макрорегионов РФ используются эконометрические методы, такие как регрессионный и корреляционный анализ. В результате проведения анализа ведется построение линейных регрессионных моделей, показывающих зависимость валового регионального продукта от выделенных показателей признаков, отражающих сущность трех факторов. В работе проводится детальный анализ и проверка на значимость полученных уравнений регрессий и их коэффициентов. Разработанные модели экономического развития макрорегионов РФ позволяют оценивать и прогнозировать величину результирующего показателя – валового регионального продукта.

**Ключевые слова:** экономическое развитие, оценка, инвестиции, регион, корреляционный анализ, регрессионный анализ, инновации

## MODELLING OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF MACROREGIONS TAKING INTO ACCOUNT THE POTENTIAL OF MODERNIZATION TRANSFORMATIONS

**Barakov V.S.**

*Volgograd state university, Volgograd, e-mail: vlbarakov@mail.ru*

In article the analysis of development of economic capacity of macroregions taking into account modernization transformations in which the special attention is given to three essential factors having impact on size of a gross regional product is carried out: the social and economic; investment and innovative factors. For carrying out modeling of economic development of macroregions of the Russian Federation econometric methods, such as the regression and correlation analysis are used. As a result of carrying out the analysis creation of the linear regression models showing dependence of a gross regional product from allocated indicators of signs, three factors reflecting essence is conducted. In work the detailed analysis and check on the importance of the received equations of regressions and their coefficients is carried out. The developed models of economic development of macroregions of the Russian Federation allow to estimate and predict the size of a resultant indicator – a gross regional product.

**Keywords:** economic development, assessment, investments, region, correlation analysis, regression analysis, innovation

Тенденции развития экономического потенциала макрорегионов в значительной степени зависят от трех существенных факторов: во-первых, от социально-экономического положения региона; во-вторых, от тех инвестиций, которые будут осуществлены в регионах; в-третьих, от инноваций, которые разрабатываются и применяются в регионах. Для выявления процессов экономического развития в России в макрорегиональном срезе возможно также применение эконометрических методов анализа [1, 2, 3]. Особый интерес представляет оценка влияния факторов на величину валового регионального продукта в макрорегионе. Решение этой задачи требует определения результирующего показателя, характеризующего эффективность оценки потенциала модернизации экономического развития. В соответствии с методологическими пояснениями российского статистического ведомства валовой региональный продукт (ВРП) – обобщающий показатель экономической деятель-

ности региона, характеризующий процесс производства товаров и услуг для конечного использования. ВРП рассчитывается в текущих основных ценах (номинальный объем ВРП), а также в постоянных ценах (реальный объем ВРП) [5]. Оценка уровня потенциала модернизации экономического развития в макрорегионах, входящих в состав РФ, является актуальной проблемой, поскольку выступает интегральной характеристикой и определяется достаточно большим множеством факторов. Построение такого показателя в рамках детерминированных моделей затруднительно, поэтому целесообразно построить систему линейных моделей множественной регрессии по трем выделенным группам факторов, составляющих потенциал модернизационных преобразований региона: социально-экономического, инвестиционного и инновационного. Зависимой, обобщающей переменной в данном случае будем использовать валовой региональный продукт на душу населения.

Многофакторная модель строится в соответствии с функциональной зависимостью типа:

$$\begin{cases} Y = f_{\text{сз}}(x_{11}, \dots, x_{1i}, \varepsilon) \\ Y = f_{\text{инвест}}(x_{21}, \dots, x_{2i}, \varepsilon) \\ Y = f_{\text{иннов}}(x_{31}, \dots, x_{3i}, \varepsilon) \end{cases} \quad (1)$$

Исходная система данных рассчитана по восьми макрорегионам России за 2000–2011 гг/ [4, 5]. На первом этапе проведем моделирование влияния социально-экономического фактора на результирующий показатель «валовой региональный продукт на душу населения»:

$$Y = f_{\text{сз}}(x_{11}, \dots, x_{18}, \varepsilon), \quad (2)$$

где  $Y$  – валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб.;  $x_{11}$  – уровень безработицы (%);  $x_{12}$  – среднедушевые денежные доходы населения (руб. в месяц);

$x_{13}$  – уровень экономической активности населения (%);  $x_{14}$  – индекс промышленного производства (в % к предыдущему году);  $x_{15}$  – удельный вес убыточных организаций (в % от общего числа организаций);  $x_{16}$  – степень износа основных фондов, %;  $x_{17}$  – численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения субъекта);  $x_{18}$  – среднегодовая численность занятых в экономике (тыс. чел);  $\varepsilon$  – случайная составляющая.

Проведем анализ корреляционной зависимости 8 факторов, предположительно влияющих на итоговый показатель – валовой региональный продукт на душу населения. Корреляционная матрица независимых факторных признаков показывает, что они слабо коррелируют между собой, и поэтому с применением метода пошаговой регрессии появляется возможность построить значимую модель линейной регрессии (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная матрица независимых факторных признаков

	$Y$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$x_{16}$	$x_{17}$	$x_{18}$
$Y$	1								
$x_{11}$	-0,52	1							
$x_{12}$	0,93	-0,43	1						
$x_{13}$	0,74	-0,74	0,69	1					
$x_{14}$	-0,21	0,04	-0,20	-0,13	1				
$x_{15}$	-0,53	0,33	-0,62	-0,34	0,08	1			
$x_{16}$	-0,07	0,10	-0,19	-0,16	-0,14	0,05	1		
$x_{17}$	-0,74	0,54	-0,80	-0,69	0,14	0,61	0,08	1	
$x_{18}$	0,14	-0,55	0,16	0,24	-0,05	-0,14	0,06	-0,14	1

Далее проводим ступенчатый отсев регрессоров. Процесс повторяется до тех пор, пока не останутся только значимые регрессоры. В результате получено уравнение множественной регрессии следующего вида:

$$Y_{\text{сз}} = -133,7 - 7,92x_{11} + 0,02x_{12} + 1,3x_{15} + 2,6x_{16} + 1,98x_{17} - 0,003x_{18}. \quad (3)$$

Коэффициенты регрессионной модели на заданном уровне значимы. Статистические оценки модели и ее параметров оказались полностью состоятельными (рис. 1). Коэффициент множественной корреляции показывает, что 96% суммарной вариации результирующего показателя объясняется вариабельностью включенных в модель факторов.

Statistic	Value
Multiple R	0,9603
Multiple R?	0,9221
Adjusted R?	0,9169
F(6,89)	175,6612
p	0,0000
Std. Err. of Estimate	32,1102

Рис. 1. Параметры оценки регрессионной модели

Где  $R$  – коэффициент множественной корреляции (описывает степень линейной зависимости между  $Y$  и факторами);  $F$  –  $F$ -статистика;  $p$  – вычисленный уровень значимости модели. О неслучайной природе полученных значений коэффициентов регрессии свидетельствуют их стандартные

ошибки. В наших расчетах принят 5%-й ( $p = 0,05$  уровень вероятности ошибки. В модели расчетные значения стандартных ошибок для всех коэффициентов регрессии меньше задаваемого уровня. Проанализи-

руем график остатков (рис. 2). Все остатки укладываются в симметричную относительно нулевой линии полосу шириной  $\pm 2S$ . Это означает, что дисперсии ошибок наблюдений постоянны.

Case	Raw Residuals					Observed Value	Predicted Value	Residual	Standard Pred. v.	Standard Residual
	-3s	.	.	0	+3s					
1	.	.	.	*	.	48,2100	40,4866	7,7234	-1,00264	0,24053
2	.	.	.	*	.	58,8500	76,4631	-17,6131	-0,66626	-0,54852
3	.	.	.	*	.	75,7400	82,1471	-6,4071	-0,61312	-0,19953
4	.	.	.	*	.	94,2400	100,7798	-6,5398	-0,43890	-0,20367
5	.	.	.	*	.	121,4900	120,8968	0,5932	-0,25081	0,01847
6	.	.	.	.	*	164,8900	144,8907	19,9993	-0,02647	0,62283
7	.	.	.	.	*	208,8100	181,2778	27,5322	0,31374	0,85743
8	.	.	.	.	*	267,2700	228,6422	38,6277	0,75659	1,20297
9	.	.	.	.	*	331,4700	264,6813	66,7887	1,09355	2,07999
10	.	.	.	*	.	297,7900	317,9645	-20,1745	1,59174	-0,62829
11	.	.	.	*	.	348,1000	370,0858	-21,9857	2,07907	-0,68470
12	.	.	.	*	.	413,5400	420,9232	-7,3832	2,55440	-0,22993
13	.	.	.	*	.	40,5600	32,1810	8,3790	-1,08029	0,26095
14	.	.	.	*	.	50,1600	54,7981	-4,6381	-0,86883	-0,14444
15	.	.	.	*	.	63,3000	92,7429	-29,4429	-0,51405	-0,91693
16	.	.	.	*	.	78,4700	87,3610	-8,8910	-0,56437	-0,27689
17	.	.	.	*	.	106,6700	110,4615	-3,7915	-0,34838	-0,11808

Рис. 2. График остатков

Теперь проверим гипотезу о нормальности распределения остатков. Результаты представлены на следующем графике (рис. 3). Из графика видно, что точки расположены близко к прямой, значит,

можно предположить, что остатки распределены по нормальному закону. Таким образом, можно считать, что предположения регрессионного анализа выполняются.

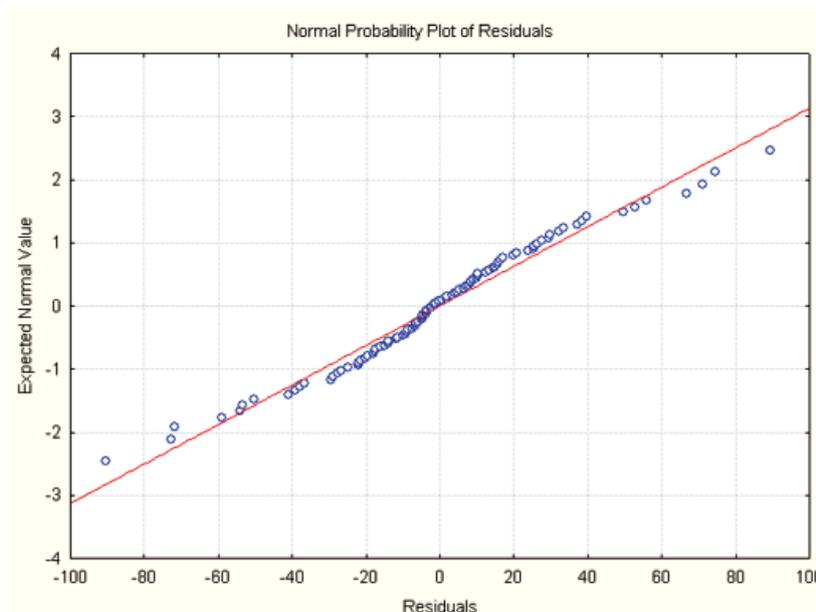


Рис. 3. Остатки на графике Normal Probability Plot

На втором этапе проведем моделирование влияния инвестиционного фактора на резульативный показатель «валовой региональный продукт на душу населения»:

$$Y = f_{\text{нвест}}(x_{21}, \dots, x_{28}, \varepsilon), \quad (4)$$

где  $Y$  – валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб.;  $x_{21}$  – темп роста

валового накопления основного капитала (%);  $x_{22}$  – доля инвестиции в основной капитал организаций с участием иностранного капитала (%);  $x_{23}$  – инвестиции в основной капитал на душу населения (тыс. руб.);  $x_{24}$  – индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в % к предыдущему году);  $x_{25}$  – удельный вес инвестиций в основной капитал в валовом региональном продукте;  $x_{26}$  – доля собственных средств в источниках финансирования инвестиций в основной капитал, %;  $x_{27}$  – доля банковских кредитов в привлеченных источниках финансирования инвестиций в основной капитал, %;  $x_{28}$  – доля бюджетных средств

в привлеченных источниках финансирования инвестиций в основной капитал, %;  $\varepsilon$  – случайная составляющая.

Аналогично первому этапу проведем анализ корреляционной зависимости 8 факторов, предположительно влияющих на итоговый показатель – валовой региональный продукт на душу населения. Корреляционная матрица независимых факторных признаков показывает, что они слабо коррелируют между собой, и поэтому с применением метода пошаговой регрессии появляется возможность построить значимую модель линейной регрессии (табл. 2).

Таблица 2

Корреляционная матрица независимых факторных признаков

	Y	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	$x_{25}$	$x_{26}$	$x_{27}$	$x_{28}$
Y	1								
$x_{21}$	-0,37	1							
$x_{22}$	0,17	-0,03	1						
$x_{23}$	0,91	-0,33	0,12	1					
$x_{24}$	-0,17	0,63	0,12	-0,11	1				
$x_{25}$	0,13	-0,10	-0,09	0,42	0,02	1			
$x_{26}$	-0,10	0,14	-0,24	-0,20	0,02	-0,57	1		
$x_{27}$	0,34	-0,20	0,15	0,26	-0,21	0,10	-0,20	1	
$x_{28}$	-0,13	-0,01	-0,29	-0,16	-0,05	0,09	-0,54	0,18	1

Далее снова проводим ступенчатый отсев регрессоров. В результате получаем уравнение множественной регрессии следующего вида:

$$Y_{\text{инвест}} = 200,7 - 0,3x_{21} + 3,2x_{23} - 5,3x_{25} - 0,7x_{26} + 3,2x_{27} \quad (5)$$

Коэффициенты регрессионной модели на заданном уровне значимы. Коэффициент множественной корреляции показывает, что 96% суммарной вариации результирующего показателя объясняется вариабельностью включенных в модель факторов. В модели расчетные значения стандартных ошибок для всех коэффициентов регрессии меньше задаваемого уровня. Все остатки укладываются в симметричную относительно нулевой линии полосу шириной  $\pm 2S$ . Это означает, что дисперсии ошибок наблюдений постоянны. Таким образом, предположения регрессионного анализа выполняются.

На последнем, третьем этапе проведем моделирование влияния инновационного

фактора на результирующий показатель «валовой региональный продукт на душу населения»:

$$Y = f_{\text{иннов}}(x_{31}, \dots, x_{38}, \varepsilon), \quad (6)$$

где  $Y$  – валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб.;  $x_{31}$  – число организаций, выполнявших научные исследования и разработки;  $x_{32}$  – численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (чел.);  $x_{33}$  – внутренние затраты на научные исследования и разработки (млн руб.);  $x_{34}$  – число созданных передовых производственных технологий;  $x_{35}$  – число используемых передовых производственных технологий;  $x_{36}$  – затраты на технологические инновации (млн руб.);  $x_{37}$  – объем инновационных товаров, работ, услуг (млн руб.);  $\varepsilon$  – случайная составляющая.

Также проведем анализ корреляционной зависимости 8 факторов, предположительно влияющих на итоговый показатель – валовой региональный продукт на душу населения (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная матрица независимых факторных признаков

	Y	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$	$x_{36}$	$x_{37}$
Y	1							
$x_{31}$	0,15	1						
$x_{32}$	0,15	0,99	1					
$x_{33}$	0,49	0,75	0,76	1				
$x_{34}$	0,35	0,87	0,87	0,83	1			
$x_{35}$	0,38	0,69	0,70	0,78	0,82	1		
$x_{36}$	0,67	0,38	0,38	0,70	0,64	0,71	1	
$x_{37}$	0,44	0,34	0,33	0,56	0,56	0,81	0,79	1

Далее проводим ступенчатый отсев регрессоров. В результате получено уравнение множественной регрессии следующего вида:

$$Y_{\text{иннов}} = 117,7 - 0,08x_{31} + 0,0006x_{33} + 0,002x_{36} - 0,0002x_{37} \quad (7)$$

Коэффициенты регрессионной модели и параметры данного уравнения на заданном уровне значимы.

Таким образом, представим полную систему линейных регрессионных уравнений, отражающую влияние социально-экономического, инвестиционного и инновационного факторов на величину валового регионального продукта на душу населения:

$$\begin{cases} Y_{\text{ср}} = -133,7 - 7,92x_{11} + 0,02x_{12} + 1,3x_{15} + 2,6x_{16} + 1,98x_{17} - 0,003x_{18} \\ Y_{\text{инвест}} = 200,7 - 0,3x_{21} + 3,2x_{23} - 5,3x_{25} - 0,7x_{26} + 3,2x_{27} \\ Y_{\text{иннов}} = 117,7 - 0,08x_{31} + 0,0006x_{33} + 0,002x_{36} - 0,0002x_{37} \end{cases} \quad (8)$$

Полученные уравнения множественной регрессии показывают высокую тесноту связи между динамикой валового регионального продукта по макрорегионам РФ и выделенными приоритетными признаками-показателями. Об этом свидетельствуют высокие значения полученных коэффициентов множественной корреляции, превышающие критический его уровень (0,7).

**Заключение**

По величине коэффициентов при факторных признаках уравнений регрессии представляется возможным выделить приоритеты изучаемых факторов по степени их влияния на результат валового регионального продукта. Положительное влияние на величину валового регионального продукта на душу населения оказали следующие факторы-признаки: рост среднедушевых денежных доходов населения; удельный вес убыточных организаций; величина износа основных фондов; численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума; увеличение инвестиций в основной капитал на душу населения; рост доли банков-

ских кредитов в привлеченных источниках финансирования инвестиций в основной капитал; увеличение внутренних затрат на научные исследования и разработки; увеличение затрат на технологические инновации; рост объема инновационных товаров, работ, услуг. Отрицательное влияние на величину валового регионального продукта на душу населения оказали следующие факторы-признаки: высокий уровень безработицы; среднегодовая численность занятых в экономике; доля инвестиции в основной капитал организаций с участием иностранного капитала, удельный вес инвестиций в основной капитал в валовом региональном продукте; доля собственных средств в источниках финансирования инвестиций в основной капитал; число организаций, выполнявших научные исследования и разработки. Таким образом, система уравнений линейной множественной регрессии, а также отмеченные выше статистически состоятельные оценки параметров модели показывают, что результат валового регионального продукта имеет высокую тесноту связи с выделенными приоритетными факторными признаками.

**Список литературы**

1. Буянова М.Э. Оценка риска социально-экономического развития регионов Юга России // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика. Экология. – 2012. – № 1(20). – С. 85–94.

2. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – С. 160.

3. Калинина А.Э., Калинина В.В. Многофакторная оценка состояния промышленности регионов Южного федерального округа (ЮФО) // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/105-6821>.

4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: Стат. сб. / Росстат. – М. – Режим доступа [http://www.gks.ru/bgd/regl/B05\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B05_14p/Main.htm).

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012: стат. сб. / Росстат. – М., 2012. – 990 с.

**References**

1. Buyanova M.E. Otsenka riska sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regionov Yuga Rossii // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya. 2012. no 1(20). pp. 85–94.

2. Vukolov E.A. Osnovy statisticheskogo analiza. Praktikum po statisticheskim metodam i issledovaniyu operatsiy s ispolzovaniem STATISTICA i EXCEL: Uchebnoe posobie. Moskow, Forum Infra, 2004. pp. 160.

3. Kalinina A.E., Kalinina V.V. Mnogofaktornaya otsenka sostoyaniya promyshlennosti regionov Yuzhnogo federalnogo okruga (YUFO) // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. no. 5. URL: <http://www.science-education.ru/105-6821>.

4. Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli. 2010: Stat. Sb. / Rosstat. Moskow URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B05\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B05_14p/Main.htm).

5. Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli. 2010: Stat. Sb. / Rosstat. Moskow, 2012. 990 p.

**Рецензенты:**

Мосейко В.О., д.э.н. профессор, директор института управления и региональной экономики, ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград;

Буянова М.Э., д.э.н., профессор кафедры мировой и региональной экономики, ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 07.05.2013.