

УДК 332.1:519.862.6

## ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СУБЪЕКТОВ

Гусарова О.М., Кузьменкова В.Д., Комаров П.И.

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Смоленск,  
e-mail: om.gusarova@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию особенностей социально-экономического развития региональных субъектов Российской Федерации. В ходе исследования осуществлен статистический анализ уровня развития экономики региональных субъектов Центрального федерального округа. В ходе исследования использованы общесистемные научные методы анализа и синтеза, методы экономико-статистического анализа и математического моделирования, методы корреляционно-регрессионного анализа. В качестве интегрального показателя, характеризующего уровень развития региональной экономики, выбран валовой региональный продукт. Осуществлен сравнительный анализ валового регионального продукта субъектов ЦФО в динамике за 2001–2016 гг. Осуществлен корреляционно-регрессионный анализ статистической взаимосвязи ряда региональных показателей. Выявлены ключевые факторы, определяющие особенности развития экономики региональных субъектов. Построены цифровые модели социально-экономического развития региональных субъектов, на основе которых осуществлена оценка тесноты взаимосвязи между региональными показателями. Осуществлен сравнительный анализ качества регрессионных моделей, характеризующих уровень развития региональных субъектов. Установлено, что построенные уравнения парных и множественных регрессий по критериям Стьюдента, Фишера и коэффициенту детерминации показали высокое качество и могут быть использованы для определения прогноза валового регионального продукта. Выполнен трендовый анализ динамики развития ключевых факторов и валового регионального продукта региональных субъектов. Даны рекомендации по использованию цифровых моделей для оперативного управления регионом и формирования стратегии развития экономики региональных субъектов России.

**Ключевые слова:** региональная экономика, валовой региональный продукт, корреляционно-регрессионный анализ, регрессионные модели, трендовый анализ, прогноз

## DIGITAL MODEL OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONAL ACTORS

Gusarova O.M., Kuzmenkova V.D., Komarov P.I.

Finance University under the Government of the Russian Federation,  
Smolensk, e-mail: om.gusarova@mail.ru

This article is dedicated to the study of the characteristics of the socio-economic development of regional constituent entities of the Russian Federation. In a study carried out by the statistical analysis of the level of development of the economy of the regional entities of the Central Federal District. The study used system-wide scientific methods of analysis and synthesis, methods of economic-mathematical modelling and statistical analysis, correlation and regression analysis methods. As an integral indicator characterizing the level of development of the regional economy, gross regional product is selected. Comparative analysis of the gross regional product of the CENTRAL actors for 2001–2016 years. Implemented correlation and regression analysis of statistical relationship of a number of regional indicators. Identified the key factors determining the features of development of economy of regional actors. Built digital models of socio-economic development of regional actors, on the basis of which assessed the narrowness of the relationship between the regional indicators. Comparative analysis of the quality of the regression models that characterize the level of development of regional actors. It has been established that built the equation Banyas and multiple regressions on the student criteria, Fischer and coefficient of determination demonstrated high quality and can be used for determining the prognosis of the gross regional product. Executed trend analysis of the dynamics of the key factors and the gross regional product of regional actors. Recommendations on use of digital models for the operational management of the region and the formation of the economic development strategy of regional actors in Russia.

**Keywords:** regional economy, gross regional product, correlation and regression analysis, regression models, trend analysis, prediction

Внедрение цифровых технологий во все сферы деятельности хозяйствующих субъектов, будь то экономика, технологии производства продукции, медицина, информационно-коммуникационные каналы и ряд других направлений, предъявляют определенные требования к осуществлению мониторинга уровня развития региональных хозяйствующих субъектов. Экономико-статистический анализ уровня

развития экономики региональных субъектов должен базироваться на математико-статистическом инструментарии с использованием современных информационных технологий, позволяющих строить цифровые модели и на их основе осуществлять анализ и прогнозирование уровня развития экономики региональных субъектов с учетом особенностей их экономико-географического положения.

Цель исследования: выявление региональных показателей, определяющих уровень социально-экономического развития региональных субъектов и экономико-статистический анализ динамики их развития путем построения цифровых моделей экономики региона.

**Материалы и методы исследования**

В ходе осуществленного исследования использовались официальные статистические данные, предоставляемые Федеральной службой государственной статистики о развитии региональных субъектов в динамике за 2001–2016 гг. Проводилось выборочное исследование шести регионов Центрального федерального округа. При осуществлении исследования использовались общесистемные научные методы анализа и синтеза, методы экономико-статистического анализа и математического моделирования, методы корреляционно-регрессионного анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Регионы Российской Федерации в территориальном разрезе характеризуются особенностями географического положения и природно-климатических условий, наличием природных ресурсов, различной степенью экономического развития и научно-производственного потенциала, а также рядом других объективных и субъективных факторов. Регионы Центрального федерального округа (ЦФО) занимают ведущие позиции в экономике России по большинству показателей социально-экономического развития, что объясняется их экономико-географическим положением, близостью к транспортным магистралям, развитой инфраструктурой, наличием

производственного, научно-технического и трудового потенциала [1]. Показатели развития экономики региона зависят от того, насколько эффективно используются природные или географические преимущества или компенсируется их недостаток за счет реализации скрытых резервов и грамотного руководства экономикой региона. Интеграция объективных и субъективных факторов определяет в целом уровень социально-экономического развития региона. Большинство региональных субъектов на первое место приоритетного направления выдвигают дальнейшее развитие экономики региона как базы для реализации дальнейших приоритетов: социальной сферы, инноваций, инвестиций, государственного управления [2].

В ходе исследования было установлено, что валовой региональный продукт (ВРП) можно выбрать в качестве интегрального показателя, в целом характеризующего уровень социально-экономического развития региона. Динамика валового регионального продукта ряда регионов ЦФО представлена на рис. 1 [3].

Для исследуемых регионов характерна положительная тенденция роста валового регионального продукта, при этом Воронежская и Белгородская области имеют более высокие показатели уровня экономического развития [4]. Среди рассматриваемых регионов Тверская область имеет более низкие темпы развития ВРП. Осуществим сравнительную характеристику структуры валового регионального продукта Воронежской и Тверской областей (рис. 2).

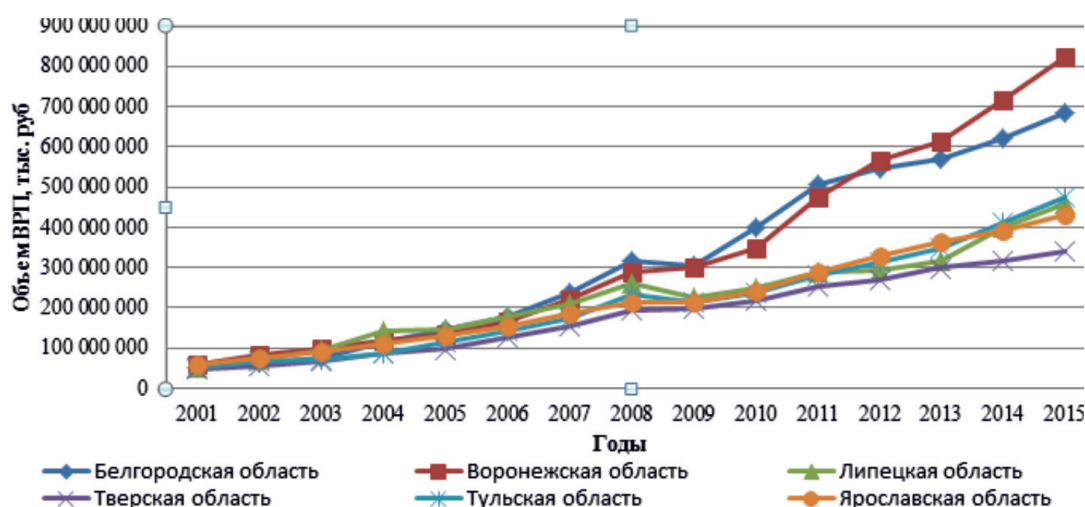


Рис. 1. Динамика ВРП регионов ЦФО, тыс. руб., 2001–2015 гг.



Рис. 2. Структура ВРП Воронежской и Тверской областей

В структуре ВРП Тверской области лидирующее место принадлежит сельскому хозяйству (30%), обрабатывающим производствам (18%), оптовой и розничной торговле (15%) и т.д. Все это в сочетании с факторами большой зависимости эффективности сельского хозяйства от природно-климатических условий привело к замедленным темпам роста валового регионального продукта [4]. В Воронежской области, несмотря на благоприятные природные ресурсы (черноземные почвы), основной акцент сделан на развитии оптовой и розничной торговли (21%), затем сельского хозяйства (17%) и обрабатывающих производств (16%).

Для более детального исследования особенностей социально-экономического развития ряда региональных субъектов ЦФО было осуществлено эконометрическое моделирование региональных показателей. В качестве результирующего интегрального показателя, характеризующего уровень развития региональной экономики, как уже отмечалось ранее, целесообразно выбрать валовой региональный продукт (Y). В ходе исследования было установлено, что на величину ВРП оказывают влияние следующие показатели: инвестиции в основной капитал, тыс. руб. (обозначим фактор X1); среднегодовая численность работников, занятых в экономике, тыс. человек (фактор X2); стоимость основных фондов на конец

года, тыс. руб. (фактор X3); среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, тыс. руб. (фактор X4); индексы промышленного производства, % к предыдущему году (фактор X5). Динамика региональных показателей представлена на рис. 3.

Следует отметить, что кризисный 2009 г. негативно отразился на состоянии экономики большинства исследуемых регионов ЦФО [5–7].

С целью выявления тесноты взаимосвязи региональных показателей для каждого региона были построены матрицы парных корреляций и осуществлена оценка статистической значимости влияния факторных признаков на результирующий признак ВРП. Методика количественных вычислений рассмотрена в [8]. Результаты корреляционного анализа для части регионов ЦФО представлены в табл. 1.

По результатам корреляционного анализа можно сделать вывод, что величина ВРП в значительной степени зависит от стоимости основных фондов (фактор X3). Величина коэффициента парной корреляции данного фактора и ВРП колеблется в пределах от 0,99362 (Воронежская область) до 0,97273 (Ярославская область). Высокое значение данного коэффициента свидетельствует о сильной положительной связи между величиной ВРП и стоимостью основных фондов.



Рис. 3. Динамика цепного темпа прироста ВРП регионов ЦФО, 2002–2015 гг.

Таблица 1

Матрицы коэффициентов парных корреляций региональных показателей

Белгородская область							Воронежская область						
	Y	X1	X2	X3	X4	X5		Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1						Y	1					
X1	0,963223	1					X1	0,996083	1				
X2	0,94887	0,914741	1				X2	-0,56883	-0,56186	1			
X3	0,988177	0,919631	0,923295	1			X3	0,99362	0,993902	-0,61079	1		
X4	0,994221	0,95983	0,927259	0,986148	1		X4	0,987682	0,993566	-0,61708	0,993127	1	
X5	-0,551	-0,43516	-0,45906	-0,60895	-0,56574	1	X5	0,300442	0,284866	-0,38566	0,31745	0,313273	1

Тульская область							Тверская область						
	Y	X1	X2	X3	X4	X5		Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1						Y	1					
X1	0,974422	1					X1	0,919174	1				
X2	-0,75665	-0,70368	1				X2	-0,9814	-0,93546	1			
X3	0,989749	0,97891	-0,79827	1			X3	0,992223	0,930135	-0,98444	1		
X4	0,993375	0,987661	-0,75814	0,994043	1		X4	0,998037	0,9215	-0,98286	0,995273	1	
X5	0,191509	0,177872	-0,00604	0,223292	0,170843	1	X5	-0,22096	-0,26739	0,208432	-0,19892	-0,22839	1

Липецкая область							Ярославская область						
	Y	X1	X2	X3	X4	X5		Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1						Y	1					
X1	0,925275	1					X1	0,918322	1				
X2	-0,81398	-0,82216	1				X2	-0,902	-0,81401	1			
X3	0,978514	0,924952	-0,7584	1			X3	0,972733	0,969555	-0,84692	1		
X4	0,976455	0,9492	-0,79106	0,994353	1		X4	0,997241	0,934292	-0,89377	0,980198	1	
X5	-0,30555	-0,30326	0,396763	-0,26903	-0,2871	1	X5	-0,00444	-0,02758	-0,11023	-0,07802	-0,04509	1

Значительное влияние также оказывает фактор X1 (объем инвестиций в основной капитал), значение коэффициента парной корреляции которого варьирует в интервале от 0,996083 (Воронежская область) до 0,918322 (Ярославская область).

Влияние индекса промышленного производства (фактор X5) на величину ВРП для большинства регионов либо незначительно, о чем свидетельствует значение коэффициента парной корреляции, колеблющееся в интервале 0,19159 (Тульская

область), 0,300442 (Воронежская область), либо имеет отрицательное значение: -0,551 (Белгородская область), -0,22096 (Тверская область), -0,00444 (Ярославская область). Анализ данного коэффициента свидетельствует о необходимости более эффективного использования прироста промышленного производства для повышения уровня развития экономики региона.

Ряд регионов, в частности Воронежская, Тульская, Тверская, Липецкая, Ярославская области, показали отрицательное значение

коэффициента парной корреляции величины ВРП и среднегодовой численности занятых в экономике (фактор X2). Это свидетельствует о наличии обратной связи между данными показателями и интенсивном способе производства [9]. Только для Белгородской области коэффициент парной корреляции ВРП и среднегодовой численности занятых в экономике имеет высокое положительное значение, равное 0,94887. Это объясняется тем, что Белгородская область входит в число регионов-лидеров по уровню миграционного прироста населения.

Результаты исследования позволили выявить тесную корреляционную зависимость рассматриваемых факторных признаков, о чем свидетельствуют коэффициенты парной корреляции между факторами, превышающие по модулю величину 0,8 [10]. Это свидетельствует о целесообразности использования для характеристики уровня развития регионов наряду с моделями множественной регрессии моделей парной регрессии. Для окончательного выбора вида цифровых моделей, характеризующих уровень социально-экономического развития региональных субъектов, было осуществлено построение комплекса моделей парной и множественной регрессии и осуществлен анализ их качества. Методика поэтапного эконометрического исследования и анализа качества регрессий представлена в [11, 12]. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

По итогам расчетов можно сделать следующие выводы:

– оценка качества построенных уравнений парных и множественных регрессий, осуществленная с помощью критерия R-квадрат, показала высокое значение данного критерия и, следовательно, высокое качество уравнений;

– все уравнения признаны статистически значимыми по F-критерию Фишера, следовательно, могут быть использованы для анализа и прогнозирования тенденций социально-экономического развития регионов;

– для определения динамики развития валового регионального продукта возможно использование как уравнений множественной, так и парной регрессий, но, ввиду того, что математический аппарат количественных вычислений по модели парной регрессии проще, целесообразно использование уравнений парной регрессии.

Для большинства региональных субъектов по результатам исследования ведущим фактором, определяющим уровень развития экономики региона, является стоимость основных фондов (фактор X3), причем уровень влияния данного фактора в зависимости от региона колеблется в интервале от 0,333637103 (Тверская область) до 0,591651 (Белгородская область). Осуществляя анализ коэффициента регрессии при ведущих факторах в уравнениях парных регрессий для региональных субъектов, можно сделать вывод, что при увеличении среднего значения стоимости основных фондов на 1 тысячу рублей величина валового регионального продукта увеличится для Белгородской области на 0,591651125 тыс. руб., Липецкой области – на 0,393555925 тыс. руб., Тверской области – на 0,333637103 тыс. руб., Тульской области – на 0,536474505 тыс. руб., Ярославской области – на 0,385467563 тыс. руб. Для Воронежской области по результатам математических расчетов ведущим фактором признан объем инвестиций в основной капитал (фактор X1), хотя влияние стоимости основных фондов (X3) сопоставимо с влиянием объема инвестиций в основной капитал.

Таблица 2

Цифровые модели социально-экономического развития регионов ЦФО

Региональный субъект	Уравнение и характеристики моделей		
	Множественная / парная регрессии	R-квадрат	F-критерий
Белгородская область	$Y = 0,621058 \cdot X_3 + 3926593,98 \cdot X_5 - 475127268,5$	0,98058	303,0556
	$Y = 0,591651 \cdot X_3 - 30778109,83$	0,97649	540,0228
Воронежская область	$Y = 2,785443 \cdot X_1 - 191124,201 \cdot X_2 + 553495,7963 \cdot X_3 + 185302035,8$	0,99252	486,8217
	$Y = 2,8112207 \cdot X_1 + 38983964,6$	0,99218	1649,481
Липецкая область	$Y = 0,388622134 \cdot X_3 - 750362,8666 \cdot X_5 + 90219907,43$	0,95941	141,8512
	$Y = 0,393555925 \cdot X_3 + 9247423,84$	0,95749	292,8106
Тверская область	$Y = 0,331994877 \cdot X_3 - 290912,7735 \cdot X_5 + 7728815,403$	0,98508	396,3141
	$Y = 0,333637103 \cdot X_3 - 23297585,63$	0,98331	826,1074
Тульская область	$Y = 0,540231563 \cdot X_3 - 592835,813 \cdot X_5 + 13120796,13$	0,98052	301,9938
	$Y = 0,536474505 \cdot X_3 - 48511856,3$	0,97960	624,3649
Ярославская область	$Y = 0,387689944 \cdot X_3 + 1337912,2638 \cdot X_5 - 18769495,2$	0,95134	117,3188
	$Y = 0,385467563 \cdot X_3 - 48074781,3$	0,94620	228,6786

Таблица 3

## Прогноз ВРП региональных субъектов ЦФО

Региональный субъект	Уравнение МПР	Прогнозное значение ведущего фактора	Прогнозное значение ВРП
Белгородская область	$Y = 0,591651 * X_3 - 30778109,83$	1 232 985 924	698 719 399
Воронежская область	$Y = 2,8112207 * X_1 + 38983964,6$	257 210 838	762 060 411
Липецкая область	$Y = 0,393555925 * X_3 + 9247423,84$	1 060 196 981	426 494 227
Тверская область	$Y = 0,333637103 * X_3 - 23297585,63$	1 138 386 390	356 510 352
Тульская область	$Y = 0,536474505 * X_3 - 48511856,3$	913 830 029	441 734 656
Ярославская область	$Y = 0,385467563 * X_3 - 48074781,3$	1 224 052 390	423 757 711

На основе данных моделей парных регрессий были построены точечные прогнозы ВРП исследуемых регионов на перспективный период. Для этого был осуществлен трендовый анализ ведущих факторов, отраженных в уравнениях парных регрессий для каждого региона, построен прогноз величины факторного признака для каждого региона и рассчитаны точечные прогнозы валового регионального продукта для региональных субъектов ЦФО (табл. 3).

## Выводы

По результатам осуществленного исследования можно сказать следующее: трендовый анализ валового регионального продукта исследуемых регионов имеет устойчивую положительную тенденцию, однако темпы цепного прироста ВРП замедляются в интервале анализа. Это свидетельствует о необходимости детального анализа показателей социально-экономического развития регионов и вскрытия внутренних резервов в развитии экономики регионов. В ходе исследования осуществлено выявление и анализ тесноты взаимосвязи между основными региональными показателями, построены уравнения парных и множественных регрессий зависимости ВРП от ряда показателей, характеризующих уровень социально-экономического развития региона. Полученные данные могут быть использованы как для оперативного управления экономикой региона, так и при определении стратегии развития региона, выявляя наиболее актуальные направления развития региональных субъектов, таких как создание территорий инновационного развития, промышленных парков, центров кластерного развития, социальной инфраструктуры.

## Список литературы

1. Гусарова О.М., Кузьменкова В.Д. Моделирование и анализ тенденций развития региональной экономики // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 3–2. – С. 354–359.
2. Мурашов А.Г. О стратегии социально-экономического развития регионов (на примере Центрального федерального округа) / А.Г. Мурашов // *Вестник государственного и муниципального управления*. – 2016. – № 2. – С. 44–60.
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 27.06.2018).
4. Абу Х., Орлова И.В. Сравнительный эконометрический анализ величины валового регионального продукта в регионах Российской Федерации // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 7–1. – С. 9–10.
5. Гусарова О.М. Эконометрический анализ статистической взаимосвязи показателей социально-экономического развития России // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 2–2. – С. 357–361.
6. Проблемы прогнозирования и сценарного моделирования социально-экономического развития территориальных систем: сб. науч. тр. / Институт экономики УрО РАН [под ред. д.э.н. Лавриковой Ю.Г.]. – Екатеринбург: Изд-во Института экономики УрО РАН, 2012. – 312 с.
7. Исмиханов З.Н. Моделирование социально-экономического развития региона на основе когнитивного подхода // *Бизнес-информатика*. – 2015. – № 2–32. – С. 59–66.
8. Жирков А.М. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / А.М. Жирков, Г.М. Подпригора, М.Р. Цуцунава. – СПб.: Лань КИПТ, 2016. – 192 с.
9. Орлова И.В., Турундаевский В.Б. Многомерный статистический анализ при исследовании экономических процессов. – М.: Юнити, 2016. – 326 с.
10. Орлова И.В. Эконометрика: учебно-методическое пособие / В.А. Половников, Е.С. Филонова, О.М. Гусарова [и др.]. – М.: ВЗФЭИ, 2015. – 123 с.
11. Комаров П.И. Использование имитационного моделирования для проектирования структуры производства // *Вектор науки Тольятинского государственного университета*. – 2013. – № 3–14. – С. 44–46.
12. Турундаевский В.Б. Компьютерное моделирование экономико-математических методов // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 1–2. – С. 229–230.