

УДК 332.05

**МНОГОУРОВНЕВЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ИННОВАЦИОННО-ВОСПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**М.А. Гундорова, З.В. Мищенко, Д.Ю. Фраймович**

Владимирский государственный университет  
им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
E-mail: mg82.82@mail.ru

Предложенное многоуровневое исследование позволяет формулировать определенные выводы по поводу эффективности привлечения региональных инновационно-воспроизводственных, научно-технологических, интеллектуальных и прочих ресурсов каждого отдельно взятого региона для осуществления модернизации. Номенклатура включенных в модель факторов может корректироваться в ходе улучшения и совершенствования. Универсальный характер рассматриваемой методики позволяет варьировать перечень оцениваемых параметров, исходя из информационных возможностей, объекта исследования, а также квалификации привлекаемых аналитиков.

Сформированный механизм расчета может быть актуален для научно-исследовательских институтов, а также региональных органов власти при обосновании управленческих и правовых решений в рамках реализации эффективных программ социально-экономического развития.

*Ключевые слова:* регион, многоуровневое исследование, инновационно-воспроизводственные индикаторы.

**MULTILEVEL STATISTICAL ANALYSIS  
OF INNOVATIVE REPRODUCTION OPERATION  
OF THE REGIONAL SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS**

**M.A. Gundorova, Z.V. Mishchenko, D.Yu. Fraymovich**

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich  
and Nikolai Grigorievich Stoletovs  
E-mail: mg82.82@mail.ru

The proposed multi-level study allows to formulate some conclusions about the effectiveness of attracting regional innovation and reproduction, scientific-technological, intellectual and other resources of each individual region to implement the modernization. The item is included in the model factors can be adjusted during the improvement and further development. The universal nature of the technique allows to vary the list of estimated parameters based on the information ability, object of study, and the skills involved analysts. Formed the solver may be relevant to research institutes and regional authorities in the justification of administrative and legal solutions within the framework of implementation of effective programmes for socio-economic development.

*Key words:* region, multilevel research, innovation and the reproductive indicators.

Основной задачей, стоящей перед российским государством, является инновационная модернизация всех без исключения сфер деятельности, предполагающая не только внесение современных решений в производ-

ственном комплексе, но и организацию управления экономикой на принципиально ином уровне. В настоящее время становится вполне очевидным фактом движение России по пути формирования экономики инноваций в пространстве, где регионы существенно различаются степенями экономического развития и моделями поведения. Поэтому их стратегическая траектория должна базироваться на системе дифференцированных мер. Для решения инновационно-воспроизводственных задач модернизации необходима разноуровневое исследование регионального функционирования, классификация региональных систем и типизация федеральных округов.

**Предпосылки осуществления многоуровневого исследования инновационного развития территорий.** Анализ имеющихся на сегодняшний день подходов к оценке инновационного развития территорий позволяет констатировать факт возможности их совершенствования и внесения принципиально новых нестандартных процедур в алгоритмы расчета результирующих величин. При этом немаловажным отличием разработанной методики может выступать сопоставление полученных на выходе показателей по различным территориям на основе их статистической группировки по принципу максимальной схожести, а также характеристика достигнутых параметров на фоне фактически имеющейся динамики во временном срезе.

По справедливому утверждению В.О. Розенталя, приоритетность стратегии экономической модернизации по типу «опережающего» или «догоняющего» развития должна основываться на реальной оценке состояния технологической базы экономической деятельности, эффективности действующих экономических институтов и объективно имеющихся финансовых, инвестиционно-инновационных и т.п. ограничениях. Масштабное технологическое перевооружение экономики не исключает подготовку и реализацию отдельных прорывных национально-престижных проектов, но их «очаговая ресурсоемкость» должна соответствовать действующим ограничениям и реальной значимости ожидаемых результатов [7, с. 21].

По мнению О.С. Сухарева, построение эффективной экономической политики требует соблюдения определенной логики действий. Среди них: формулировка главных и вспомогательных целей и определение целевых показателей, которых необходимо достичь к заданному сроку; подбор инструментов, которые могут повлиять на обнаруживаемые связи между целевыми показателями и иными параметрами системы; установление порядка применения инструментов; подготовка резервных способов управления, позволяющих обеспечить и откорректировать движение всей системы в предполагаемом направлении [8, с. 10].

Достаточно логичные и четкие требования к оценочным показателям функционирования социально-экономических систем обозначил В. Андрианов. На его взгляд, ключевые показатели эффективности (КПЭ) должны быть измеримыми, формализованными в единой системе отчетности и однозначными в интерпретации. Кроме того, они должны иметь оптимальные, пороговые, критические значения для оценки и сравнения, в том числе в динамике; обновляться на регулярной основе; обладать репрезентативностью для международных сопоставлений, а также на федеральном и региональном уровнях; иметь возможность включения в экономико-математические модели и информационно-прогнозные системы [2, с. 81].

Очень важными и ценными критериями в приведенной классификации требований выступают, во-первых, необходимость учета временной динамики данных, а во-вторых – возможность распространения используемых показателей в различном территориальном разрезе. С другой стороны, однозначность в интерпретации результатов (первый аспект) не всегда достижима, поскольку индикаторы, полученные на разных уровнях, могут иметь корректное объяснение только в рамках заданного информационного и географического пространства данных.

Необходимо подчеркнуть, что в последнее время весьма важное место в различных системах оценки инновационного развития территорий получили индикаторы социального характера: средняя продолжительность жизни, уровень медицинского обслуживания населения, степень образованности и т.д.

При переходе к выбору концепции и инструментария реализации исследовательских решений в отношении оценки функционирования регионального пространства как системы представляется целесообразным рассмотреть достаточно практичный подход одного из ведущих отечественных специалистов в области теории систем В.Д. Могилевского. По мнению ученого, можно провести декомпозицию и ввести некоторую иерархию уровней рассматриваемой системы, придав каждому свою степень обобщения изучаемых явлений. Тем самым открывается возможность оперировать внутри уровня соответствующим ему математическим аппаратом со своей аксиоматикой, а значит, с адекватной степенью абстрагирования [5, с. 19].

Кроме того, по мнению О.С. Сухарева, перспективным стало изучать экономические закономерности и формировать на этой основе эконометрическую модель, связывающую отдельные макроэкономические переменные. Это позволяет получить несколько дифференциальных уравнений и, «отпустив ситуацию», считать, что экономика развивается по данным зависимостям, сформировав на относительно непродолжительном интервале весьма правдоподобный прогноз [8, с. 9].

Естественно, что регион как социально-экономическая система может быть достаточно развитым по одному направлению деятельности и не отвечать темпам, заданным лидерам, по другим сферам хозяйствования. В данном случае нельзя не согласиться с академиком Д.С. Львовым, который отметил, что многие черты современной пространственной структуры российской экономики обусловлены физико-географическими и «вечными» историческими факторами: огромная территория и ее периферийное положение в Евразии, суровые климатические условия на двух третях всей площади, низкая (в среднем) плотность населения и его многоэтнический и многоконфессиональный состав, разрывы между сосредоточениями природных ресурсов, населения, производственного капитала [4].

**Механизм оценки инновационно-воспроизводственных индикаторов функционирования региональных систем.** Выполненный анализ научных предпосылок формирования оценочных методик позволяет заключить, что корректное исследование инновационно-воспроизводственного развития региона требует многоуровневого подхода, который, как представляется, может включать 3 набора характеристик, позиционирующих конкретное территориальное образование в определенной системе измерения.

Поэтому для оценки частных свойств функционирования региона целесообразно ввести три индикатора:

$ИВ_1$  – внутренний инновационно-воспроизводственный индикатор развития региона 1-го порядка, определяющий степень использования собственного потенциала субъекта Федерации на основе демонстрируемой за ряд лет динамической зависимости результатов и обуславливающих их показателей;

$ИВ_2$  – внешний инновационно-воспроизводственный индикатор 2-го порядка позволяет определить уровень развития региона по отношению к подобным ему по хозяйственному укладу субъектам, находящимся в той же «весовой» категории в рассматриваемом федеральном округе;

$ИВ_3$  – внешний инновационно-воспроизводственный индикатор 3-го порядка характеризует уровень развития региона применительно к текущим показателям функционирования всей территории (например, конкретного федерального округа).

Индикаторы  $ИВ_1$ ,  $ИВ_2$ ,  $ИВ_3$  предлагается оценить по общей формуле расчета базисного индекса (1) [3, с. 339–342]:

$$ИВ_i = \Phi / P_i, \quad (1)$$

где  $\Phi_i$  – фактически достигнутая регионом результирующая величина;  $P_i$  – расчетное (плановое) значение результирующего показателя,  $i$  – номер уровня рассматриваемых индикаторов.

В качестве результирующей величины целесообразно принять ВРП на душу населения. Расчетное (плановое) значение результирующего показателя целесообразно определить методом регрессионного анализа в зависимости от тех или иных факторов при условии, что регрессионная модель статистически значима, т.е. между рассматриваемыми факторами и результирующей величиной существует зависимость с достаточно малой погрешностью. При отсутствии таковой в качестве расчетного (планового) значения результирующего показателя можно принять среднее арифметическое значение по выборочным данным.

Для оценки обобщенного (интегрального) показателя инновационно-воспроизводственного развития субъекта Федерации  $I_{ив}$ , характеризующего степень использования возможностей по осуществлению выдвинутых задач инновационной модернизации его экономики, необходимо рассматривать индикаторы  $ИВ_1$ ,  $ИВ_2$ ,  $ИВ_3$  одновременно. Учитывая, что они отражают отдельные независимые свойства хозяйственного потенциала региона, то целесообразно рассматривать  $I_{ив}$  в виде вектора в системе трех равнозначных факторов – частных показателей качества [1] и определять как евклидово расстояние от нулевой точки в пространстве по формуле

$$I_{ив} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 (ИВ_i)^2}. \quad (2)$$

Геометрическая интерпретация обобщенного показателя инновационно-воспроизводственного развития субъекта Федерации  $I_{ив}$  показана на рис. 1. Индексы  $(ИВ_i)_j$  являются координатами для  $j$ -го региона. Вектор  $(I_{ив})_{доп}$  соответствует граничному значению обобщенного индекса и опре-

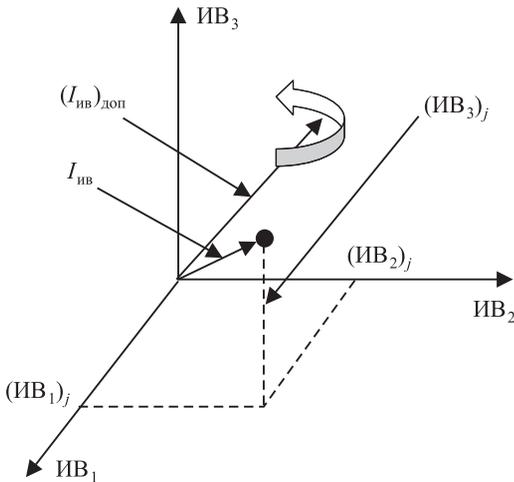


Рис. 1. Геометрическая интерпретация оценки использования совокупного инновационно-производственного потенциала региона по векторному критерию (2)

деляет зону оптимального развития субъекта Федерации в пространстве факторов ИВ<sub>1</sub>, ИВ<sub>2</sub>, ИВ<sub>3</sub>. Исходя из анализа частных индикаторов, определяемых по формуле (1), можно сделать вывод, что регион считается развивающимся в оптимальном режиме, если все три отношения для ИВ<sub>i</sub> равны или более 1. Следовательно, геометрическое место точек, соответствующее такому развитию региона, на рис. 1 будет сектором сферы с положительными ИВ<sub>1</sub>, ИВ<sub>2</sub>, ИВ<sub>3</sub> и радиусом, равным  $(I_{\text{ИВ}})_{\text{доп}} = \sqrt{3} \approx 1,73$ .

Если говорить о самом перечне факторов для оценки инновационно-производственного потенциала территории, то, конечно же, окончательный их выбор в любом случае остается за исследователем, от которого, в свою очередь, требуется соответствующая аргументация. Теоретически на процессы модернизации в стране оказывают воздействие все условия и факторы, представленные в сборниках официальной статистической отчетности России. Но очень проблематично и практически невозможно внедрить полный набор показателей в какую-либо методику расчета.

Таким образом, конкретный перечень основных факторов, представляющих наиболее значимые инновационно-производственные сферы функционирования промышленности и жизнедеятельности общества, как правило, и служит базой для выполнения оценок в большинстве научных подходов. При этом очень важным представляется замечание о необходимости использования относительных индикаторов в целях их сопоставимости для разных территориальных единиц и присвоения методике расчета унифицированного характера.

**Тестирование многоуровневой методики на примере Владимирской области.** Проводимый в рамках данной работы анализ базируется на факторах, которые наиболее информативно и качественно характеризуют соответствующие инновационно-производственные условия развития субъекта и дают возможность его разноуровневого сопоставления с другими регионами. В разработанной методике в качестве факторов выбраны 16 показателей инновационно-производственного развития субъекта, которые можно сгруппировать в 4 блока (табл. 1). Зависимой величиной  $Y$  для определения регрессионной зависимости выбран ВРП на душу населения (табл. 1).

Конечно же, к указанной совокупности сведений можно было добавить еще ряд показателей. Но выбор остановился на критериях, наиболее полно интерпретирующих соответствующие инновационно-производственные условия хозяйствования. Например, вместо трех показателей исполь-

Таблица 1

**Факторы, влияющие на инновационно-воспроизводственное развитие региона**

Блок	Фактор	Характеристика
Экономическая активность	$X_1$	Объем инвестиций в основные фонды (на душу населения; тыс. руб.)
	$X_2$	Оборот малых предприятий, млрд руб.
	$X_3$	Коэффициенты демографической нагрузки
	$X_4$	Оборот организаций с участием иностранного капитала, млрд руб.
Качество жизни	$X_5$	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет
	$X_6$	Коэффициент естественного прироста населения
	$X_7$	Обеспеченность жильем, кв. м/чел.
	$X_8$	Обеспеченность легковыми автомобилями, на 1000 человек населения, штук
Инфраструктура региона (косвенные условия для ведения бизнеса)	$X_9$	Численность врачей на 10000 человек населения, чел.
	$X_{10}$	Число зарегистрированных преступлений, ед./100000 чел.
	$X_{11}$	Обеспеченность работников персональными компьютерами, ед./100 работающих
	$X_{12}$	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием, км/1000 км <sup>2</sup>
Наука, инновационная активность	$X_{13}$	Выдано патентов, штук
	$X_{14}$	Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе организаций, %
	$X_{15}$	Объем инновационных товаров, работ, услуг, %
	$X_{16}$	Затраты на технологические инновации, млн руб./г.
Результативность	$Y$	ВРП на душу населения, руб./чел.

зования трудового потенциала (уровень безработицы, процент экономически активного населения, числа людей нетрудоспособного возраста) был выбран один – коэффициент демографической нагрузки, дающий интегральное представление о кадровом потенциале региона.

ВРП на душу населения ( $Y$ ) является обобщающим показателем экономической деятельности на территории, представляя собой валовую добавленную стоимость созданных резидентами региона товаров и услуг. В большинстве научных методик, посвященных анализу инновационного регионального развития, используется в качестве основной интегральной характеристики, а иногда и эталонной величины, на которую можно ориентироваться при реализации стратегий модернизации и инновационного воспроизводства.

Анализ и апробацию разработанной методики предлагается производить на примере Владимирской области, являющейся типичным регионом для центра Российской Федерации и обладающей достаточно мощным научно-технологическим потенциалом, а также развитым производственным комплексом.

Необходимо отметить, что в представленном перечне факторов особенная роль отведена социальным компонентам (в блоках, характеризующих качество жизни и инфраструктуру региона), которые должны формиро-

вать здоровую и благоприятную среду для генерации и коммерциализации инноваций, а значит, и активизации модернизационного курса как на уровне региональных систем, так и в пределах федеральных округов и страны в целом.

Индикатор  $ИВ_1$  определяется как отношение ВРП на душу населения, фактически достигнутого в определенном году, к ожидаемому (расчетному) значению для указанного периода времени. В свою очередь, последняя величина получается по линейной регрессионной модели вида

$$Y = A_0 + \sum_{i=1}^m A_i X_i + A_{m+1} t, \quad (3)$$

где  $Y$  – результирующая величина – ВРП на душу населения,  $A_0$  – начальное смещение выходной величины,  $X_i$  – факторы, влияющие на результирующую величину согласно табл. 2;  $t$  – фактор времени, т.е. значения отчетных периодов, при котором определялись значения факторов  $X_i$  и оценивается результирующая величина;  $A_i$  – коэффициенты линейной модели. Значения факторов  $X_i$  и зависимой величины  $Y$  были получены из официальных источников Росстата [6].

Необходимо отметить, что при количестве наблюдений, меньшем числа анализируемых факторов, статистическими методами невозможно определить параметры уравнения регрессии. Поэтому из анализа на первом этапе целесообразно исключить факторы, в наименьшей степени влияющие на зависимую переменную  $Y$  (ВРП на душу населения).

Статистическое моделирование и определение параметров математической модели (3) по данным табл. 2 проводилось в программном комплексе STATISTICA 10.1.

Регрессионный анализ для Владимирской области выполнялся за 2000–2011 гг., чтобы исключить влияние оцениваемого периода 2012 г. Логика оценки инновационно-воспроизводственного потенциала первого уровня

Таблица 2

**Параметры для расчета регрессионной зависимости влияния различных факторов на среднедушевой ВРП по Владимирской области за 2000–2012 гг.**

$t$	$X_1$	$X_4$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{12}$	$X_{14}$	$X_{16}$	$Y$
2000	3097	562,6	-11,5	21,2	104,6	36,9	2031	191	8,3	471,6	21073,3
2001	4019	1002,2	-11,6	21,6	112,8	35,8	2131	191	9,1	500	27170
2002	5786	1407,3	-12,2	22	118	36,4	1749	191	9	798,2	32923,6
2003	6817	1970,3	-11,5	22,3	124	34,7	1913	192	7,3	638,9	40888
2004	8308	1835,4	-10,8	22,7	129,7	34,4	2140	192	9,9	1089,6	49621,5
2005	11613	2926,1	-11,1	23	138,8	33,7	2471	99	10,7	673,5	58737,5
2006	15024	6099,5	-9,8	23,4	147	34	2497	194	16,4	1333,9	76967,4
2007	25675	6246,8	-8,5	23,7	165,3	34	2296	195	10,8	1857,1	101953,8
2008	30811	5655	-8	24,1	184,2	33,6	1956	194	8,2	1962,8	122009,6
2009	35455	11100,2	-7,6	24,6	194	33,4	1898	194	10,2	3204	131 342,50
2010	34652	6879,1	-7,2	25	206,6	33,1	1775,00	216	9,5	2613,10	149500,00
2011	40366	8496,8	-6,2	25,5	223,6	34,8	1659,00	314	10,8	3314,90	178492,00
2012	42139	1778	-5,2	26,2	238,4	33,7	1525	315	12,80	3849,9	200200,00

состоит в том, чтобы на полученную функцию, характеризующую закономерности развития региона в ретроспективе, наложить фактически достигнутые показатели следующего периода и сопоставить расчетный ВРП на душу населения и достигнутый (в 2012 г.).

Для обоснования факторов, включаемых в модель, на предварительном этапе необходимо осуществить парный корреляционный анализ с целью устранения отдельных, тесно связанных с другими величин. Результаты парного корреляционного анализа по времени ( $t$ ) и независимым переменным ( $X_i$ ) из табл. 2 представлены в табл. 3. При этом статистически значимые коэффициенты выделены полужирным курсивом.

Таблица 3

**Результаты парного корреляционного анализа по времени ( $t$ ) и независимым переменным ( $X$ )**

	$t$	$X_1$	$X_4$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{12}$	$X_{14}$	$X_{16}$
$t$	1,00 <i>p=---</i>	<b>,97</b> <i>p=,00</i>	<b>,91</b> <i>p=,000</i>	<b>,95</b> <i>p=,00</i>	<b>1,00</b> <i>p=,00</i>	<b>,98</b> <i>p=,00</i>	<b>-,78</b> <i>p=,00</i>	-,26 <i>p=,42</i>	,46 <i>p=,13</i>	,29 <i>p=,37</i>	<b>,93</b> <i>p=,00</i>
$X_1$	<b>,97</b> <i>p=,01</i>	1,007 <i>p=---</i>	<b>,927</b> <i>p=,00</i>	<b>,98</b> <i>p=,00</i>	<b>,97</b> <i>p=,00</i>	<b>,99</b> <i>p=,00</i>	<b>-,66</b> <i>p=,02</i>	-,38 <i>p=,23</i>	,53 <i>p=,07</i>	,15 <i>p=,64</i>	<b>,97</b> <i>p=,00</i>
$X_4$	<b>,91</b> <i>p=,00</i>	<b>,92</b> <i>p=,00</i>	1,00 <i>p=---</i>	<b>,90</b> <i>p=,00</i>	<b>,90</b> <i>p=,00</i>	<b>,90</b> <i>p=,00</i>	<b>-,69</b> <i>p=,01</i>	-,20 <i>p=,54</i>	,42 <i>p=,18</i>	,37 <i>p=,23</i>	<b>,94</b> <i>p=,00</i>
$X_6$	<b>,95</b> <i>p=,00</i>	<b>,99</b> <i>p=,00</i>	<b>,90</b> <i>p=,00</i>	1,00 <i>p=---</i>	<b>,95</b> <i>p=,00</i>	<b>,98</b> <i>p=,00</i>	<b>-,64</b> <i>p=,03</i>	-,34 <i>p=,28</i>	<b>,60</b> <i>p=,04</i>	,20 <i>p=,53</i>	<b>,96</b> <i>p=,00</i>
$X_7$	1,00 <i>p=,00</i>	,97 <i>p=,00</i>	,90 <i>p=,00</i>	,95 <i>p=,00</i>	1,00 <i>p=---</i>	<b>,99</b> <i>p=,00</i>	<b>-,75</b> <i>p=,01</i>	-,29 <i>p=,35</i>	,50 <i>p=,10</i>	,28 <i>p=,38</i>	<b>,94</b> <i>p=,00</i>
$X_8$	<b>,98</b> <i>p=,00</i>	<b>,99</b> <i>p=,00</i>	<b>,90</b> <i>p=,00</i>	<b>,98</b> <i>p=,00</i>	<b>,99</b> <i>p=,00</i>	1,00 <i>p=---</i>	<b>-,67</b> <i>p=,02</i>	-,39 <i>p=,21</i>	,56 <i>p=,06</i>	,18 <i>p=,59</i>	<b>,96</b> <i>p=,00</i>
$X_9$	<b>-,78</b> <i>p=,00</i>	<b>-,66</b> <i>p=,02</i>	<b>-,69</b> <i>p=,04</i>	<b>-,64</b> <i>p=,03</i>	<b>-,75</b> <i>p=,01</i>	<b>-,67</b> <i>p=,02</i>	1,00 <i>p=---</i>	-,19 <i>p=,55</i>	,10 <i>p=,76</i>	-,31 <i>p=,33</i>	-,57 <i>p=,05</i>
$X_{10}$	-,26 <i>p=,42</i>	-,38 <i>p=,23</i>	-,20 <i>p=,54</i>	-,34 <i>p=,28</i>	-,29 <i>p=,35</i>	-,39 <i>p=,21</i>	-,19 <i>p=,55</i>	1,00 <i>p=---</i>	<b>-,65</b> <i>p=,02</i>	,57 <i>p=,05</i>	-,45 <i>p=,14</i>
$X_{12}$	,469 <i>p=,13</i>	,53 <i>p=,07</i>	,42 <i>p=,18</i>	<b>,60</b> <i>p=,04</i>	,50 <i>p=,10</i>	,56 <i>p=,06</i>	,10 <i>p=,76</i>	<b>-,65</b> <i>p=,02</i>	1,00 <i>p=---</i>	,03 <i>p=,93</i>	<b>,62</b> <i>p=,03</i>
$X_{14}$	,29 <i>p=,34</i>	,15 <i>p=,64</i>	,371 <i>p=,23</i>	,20 <i>p=,53</i>	,28 <i>p=,38</i>	,18 <i>p=,59</i>	-,31 <i>p=,33</i>	,57 <i>p=,05</i>	,03 <i>p=,93</i>	1,00 <i>p=---</i>	,18 <i>p=,58</i>
$X_{16}$	<b>,93</b> <i>p=,00</i>	<b>,97</b> <i>p=,00</i>	<b>,94</b> <i>p=,00</i>	<b>,96</b> <i>p=,00</i>	<b>,94</b> <i>p=,00</i>	<b>,96</b> <i>p=,00</i>	-,57 <i>p=,05</i>	-,45 <i>p=,14</i>	<b>,62</b> <i>p=,03</i>	,18 <i>p=,58</i>	1,00 <i>p=---</i>

Анализ статистик из табл. 4 показал, что между  $t$ ,  $X_1$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_7$ ,  $X_8$ ,  $X_9$  существует сильная и статистически значимая взаимосвязь, фактор  $X_{10}$  имеет сильную статистически значимую взаимосвязь с  $X_{12}$ , а фактор  $X_{16}$  – с  $t$ ,  $X_1$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_7$ ,  $X_8$ ,  $X_{12}$ . Показатель  $X_{14}$  с другими факторами статистически не связан. Исходя из вышесказанного, предварительно целесообразно внести в статистическую модель (3) факторы  $t$ ,  $X_1$ . В табл. 4 приведены результаты множественного линейного регрессионного анализа для модели вида

$$Y = A_0 + A_1 X_1 + A_2 t. \quad (4)$$

Таблица 4

**Результаты множественного линейного регрессионного анализа для модели (4)**

Показатель	Значение коэффициента	Стандартная ошибка коэффициента модели	Статистика Стьюдента коэффициентов модели (4)	Уровень значимости статистики Стьюдента $p$
Постоянное смещение	-30804627	27323584	-1,12740	0,288732
$t$	15406	13656	1,12819	0,288415
$X_1$	-1	4	-0,32388	0,753430

Как следует из полученных результатов, линейную взаимосвязь между результирующей величиной и всеми факторами можно считать слабой и статистически незначимой, так как уровни значимости статистики Стьюдента по независимым переменным  $t$ ,  $X_1$  превышают предельно допустимые значения в 5 %.

Исключение фактора  $t$  из анализируемой зависимости позволяет получить следующие результаты регрессионного анализа (табл. 5).

Таблица 5

**Результаты множественного линейного регрессионного анализа для  $X_1$ ,  $Y$** 

Показатель	Значение коэффициента	Стандартная ошибка коэффициента модели	Статистика Стьюдента коэффициентов модели (4)	Уровень значимости статистики Стьюдента $p$
Постоянное смещение	21623,21	20934,09	1,032918	0,325976
$X_1$	2,71	0,92	2,946747	0,014616

Результаты множественного корреляционного анализа по анализируемой зависимости представлены в табл. 6.

Таблица 6

**Результаты множественного корреляционного анализа**

Статистика	Значение статистики
Множественный коэффициент корреляции ( $R$ )	0,682
Множественный коэффициент детерминации ( $R^2$ )	0,465
Скорректированный множественный коэффициент детерминации	0,411
Статистика Фишера $F(1, 10)$	8,683
Уровень значимости статистики Фишера ( $p$ )	0,015
Стандартная ошибка оценки	42478,28

Выполненные выше вычисления доказывают возможность и целесообразность использования выбранного фактора ( $X_1$ ) в регрессионной модели (4). Таким образом, зависимость будет выглядеть следующим образом:  $Y = 2,71 \cdot X_1$ , что графически представлено на рис. 2.

Подставляя в полученное уравнение значение  $X_1$  за 2012 г., можно получить ожидаемое (расчетное) значение  $Y$  в этом же периоде:  $Y_{\text{расч}2012} = 2,71 \cdot 42139 = 114196,69$  (руб./чел.).

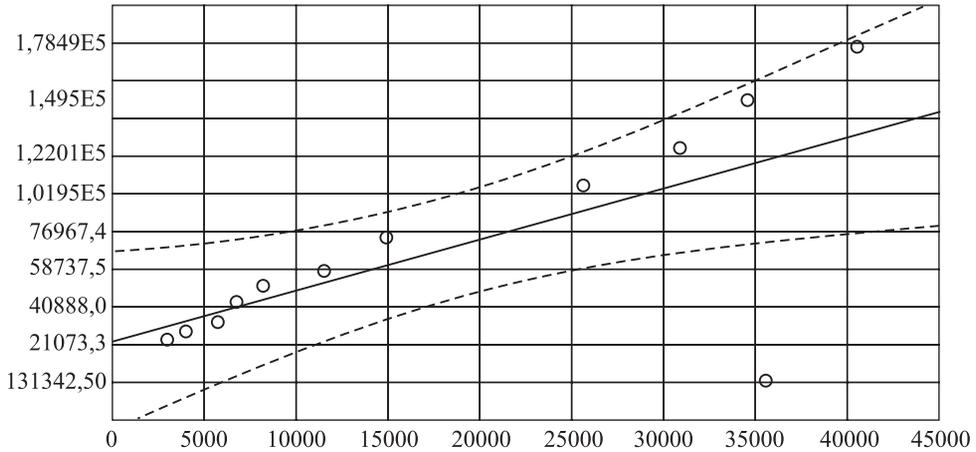


Рис. 2. Линейная регрессионная зависимость между объемом инвестиций на душу населения ( $X_1$ ) и ВРП на душу населения ( $Y$ ) Владимирской области за 2000–2011 гг.

Поэтому индикатор первого уровня, коэффициент использования внутреннего инновационно-воспроизводственного потенциала региона по формуле (1) будет  $ИВ_1 = 200200114196,69 = 1,75$ , что говорит о достаточно прогрессивной ( $>1$ ) и оптимальной тенденции развития.

Необходимо подчеркнуть, что полученный благодаря выявлению регрессионной зависимости критерий имеет динамический смысл, т.е. рассчитывается по итогам определенного периода развития субъекта.

При оценке индикатора  $ИВ_2$  ожидаемое значение ВРП ( $Y$ ) на душу населения определяется по линейной регрессионной модели вида

$$Y = A_0 + \sum_{i=1}^m A_i X_i, \quad (5)$$

где  $A_0$  – начальное смещение выходной величины,  $X_i$  – факторы, влияющие на результирующую величину согласно табл. 1;  $i$  – порядковый номер фактора;  $A_i$  – коэффициенты линейной модели.

Определение списка сопоставимых в федеральном округе регионов для рассматриваемого субъекта Федерации (Владимирской области) при значительном количестве факторов  $X_i$  можно выполнить при помощи экспертного анализа или статистических методов классификации. Среди последних целесообразно использовать метод главных компонент или кластерный анализ. Наиболее подходящим методом классификации в данном случае в исходном 17 факторном пространстве при объеме выборки 18 элементов (регионов ЦФО) является метод формирования иерархического дерева бинарных кластеров.

Статистическое моделирование проводилось в программном комплексе STATISTICA 10.1. Дендрограмма кластеров представлена на рис. 3, где на оси абсцисс показаны номера регионов в традиционном порядке, используемым Росстатом при перечислении субъектов Центрального федерального округа, а по оси ординат отложено расстояние между парами объектов или кластеров в процентах от максимального возможного расстояния в группе наблюдений.

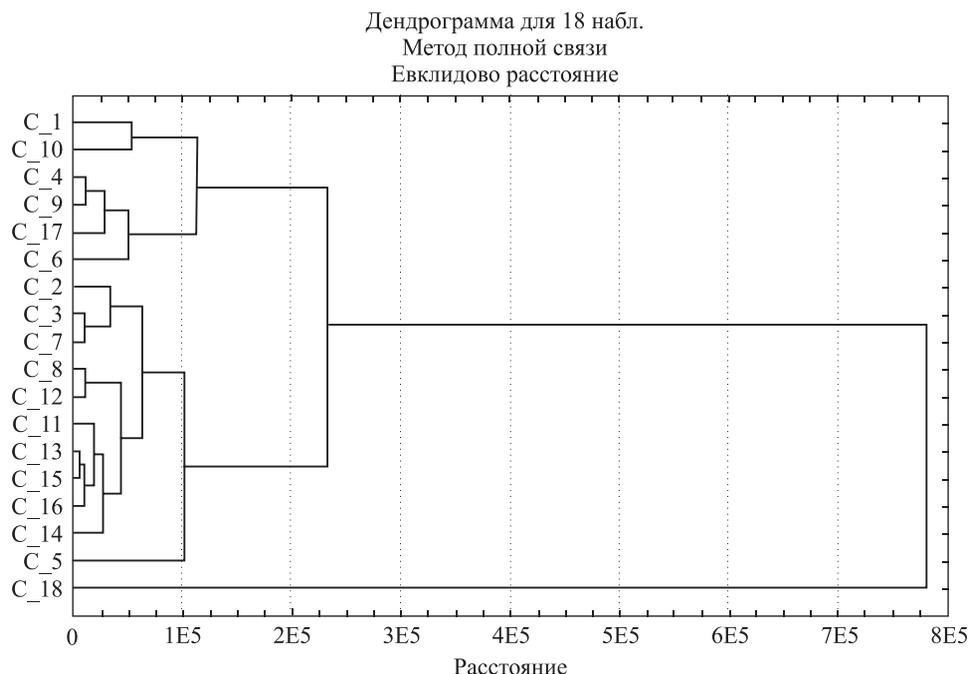


Рис. 3. Дендрограмма кластерного анализа для регионов ЦФО

Анализ полученной дендрограммы позволяет выявить три статистических кластера. Исходя из значения ВРП на душу населения, их можно условно идентифицировать как «активные», «стабильные» и «догоняющие». Согласно графику, к первой группе («активных») регионов относится только г. Москва (С18). Второй региональный кластер («стабильных») представлен Белгородской (С1), Московской (С10), Воронежской (С4), Липецкой (С9), Ярославской (С17) и Калужской (С6) областями. Третью группу («догоняющих») регионов составляют: Тульская (С16), Курская (С8), Костромская (С7), Тверская (С15), Тамбовская (С14), Смоленская (С13), Рязанская (С12), Владимирская (С3), а также Орловская (С11), Ивановская (С5) и Брянская (С2) области.

Дальнейшая логика вычислений индикатора ИВ<sub>2</sub> по Владимирской области требует определения наличия и статистической значимости линейной взаимосвязи между факторами ( $X_i$ ) и ВРП на душу населения ( $Y$ ) для регионов 3-й группы. Перед проведением множественного линейного регрессионного анализа целесообразно выявить сильные корреляционные связи между факторами  $X_1$ – $X_{16}$  и исключить ряд взаимозависимых величин для корректного определения параметров модели. Расчет парного коэффициента корреляции и оценка его статистической значимости проведены по аналогии с предыдущим случаем (при определении ИВ<sub>1</sub>).

Выполненный корреляционный анализ дает основание включить на следующем шаге в регрессионную модель фактор  $X_7$ , поскольку выбранная характеристика определенно влияет на формирование ВРП на душу населения ( $Y$ ), о чем свидетельствуют коэффициент корреляции  $R = 0,63$ , а также уровень значимости, равный  $0,037 (<5)$ . Результаты линейного регрессионного анализа для  $X_7$  и  $Y$  приведены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты множественного линейного регрессионного анализа для  $X_7, Y$ 

Показатель	Значение коэффициента	Стандартная ошибка коэффициента модели	Статистика Стьюдента коэффициентов модели (5)	Уровень значимости статистики Стьюдента $p$
Постоянное смещение	-195412	159141,4	-1,22791	0,250624
$X_7$	14819	6069,2	2,44162	0,037266

Поэтому регрессионная зависимость  $Y$  от  $X_7$  для группы регионов оцениваемого третьего кластера и расчета индекса ИВ<sub>2</sub> примет следующий вид:

$$Y = 14819 \cdot X_7. \quad (6)$$

Значит, расчетное значение ВРП на душу населения  $Y_{\text{расч}} = 14819 \cdot 26,2 = 388257,8$  руб./чел.

Таким образом, второй индикатор использования инновационно-производственного потенциала по Владимирской области согласно формуле (1) составит:  $ИВ_2 = 200200/388257,8 = 0,516$ , что явно свидетельствует о недостаточном использовании ресурсов региона на фоне близких по развитию субъектов Федерации в ЦФО.

По аналогии с предыдущими этапами предварительный анализ результатов расчета статистик третьего уровня (для ИВ<sub>3</sub>) сводится к выявлению корреляционных взаимосвязей между факторами  $X_1-X_{16}$  по всем регионам ЦФО за 2012 г. (табл. 8).

Таблица 8

Результаты парного корреляционного анализа по независимым переменным  $X_1-X_{16}$ 

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$
$X_1$	1,00	0,33	<b>-0,48</b>	0,34	<b>0,53</b>	0,40	-0,03	<b>0,49</b>	0,13	-0,22	0,26	0,42	0,31	0,31	0,13	0,35
$X_2$	0,33	1,00	<b>-0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>0,85</b>	<b>0,77</b>	<b>-0,69</b>	0,23	<b>0,51</b>	0,15	<b>0,94</b>	<b>0,97</b>	<b>1,00</b>	<b>0,62</b>	0,39	<b>1,00</b>
$X_3$	<b>-0,48</b>	<b>-0,75</b>	1,00	<b>-0,74</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,72</b>	0,30	-0,19	-0,29	-0,22	<b>-0,61</b>	<b>-0,77</b>	<b>-0,71</b>	-0,20	-0,15	<b>-0,74</b>
$X_4$	0,34	<b>1,00</b>	<b>-0,74</b>	1,00	<b>0,84</b>	<b>0,77</b>	<b>-0,70</b>	0,24	<b>0,50</b>	0,16	<b>0,94</b>	<b>0,97</b>	<b>1,00</b>	<b>0,63</b>	0,38	<b>0,99</b>
$X_5$	<b>0,53</b>	<b>0,85</b>	<b>-0,69</b>	<b>0,84</b>	1,00	<b>0,83</b>	<b>-0,66</b>	0,14	0,42	-0,22	<b>0,79</b>	<b>0,88</b>	<b>0,85</b>	<b>0,53</b>	0,21	<b>0,84</b>
$X_6$	0,40	<b>0,77</b>	<b>-0,72</b>	<b>0,77</b>	<b>0,83</b>	1,00	-0,45	0,06	0,33	0,03	<b>0,74</b>	<b>0,79</b>	<b>0,75</b>	0,43	0,25	<b>0,77</b>
$X_7$	-0,03	<b>-0,69</b>	0,30	<b>-0,70</b>	<b>-0,66</b>	-0,45	1,00	0,23	-0,42	0,03	<b>-0,77</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,73</b>	<b>-0,53</b>	-0,19	<b>-0,66</b>
$X_8$	<b>0,49</b>	0,23	-0,19	0,24	0,14	0,06	0,23	1,00	0,14	-0,08	0,18	0,23	0,21	0,18	-0,01	0,26
$X_9$	0,13	<b>0,51</b>	-0,29	<b>0,50</b>	0,42	0,33	-0,42	0,14	1,00	0,25	<b>0,54</b>	0,46	<b>0,54</b>	0,37	0,00	<b>0,50</b>
$X_{10}$	-0,22	0,15	-0,22	0,16	-0,22	0,03	0,03	-0,08	0,25	1,00	0,18	0,08	0,15	-0,13	-0,07	0,14
$X_{11}$	0,26	<b>0,94</b>	<b>-0,61</b>	<b>0,94</b>	<b>0,79</b>	<b>0,74</b>	<b>-0,77</b>	0,18	<b>0,54</b>	0,18	1,00	<b>0,88</b>	<b>0,95</b>	<b>0,58</b>	0,28	<b>0,93</b>
$X_{12}$	0,42	<b>0,97</b>	<b>-0,77</b>	<b>0,97</b>	<b>0,88</b>	<b>0,79</b>	<b>-0,66</b>	0,23	0,46	0,08	<b>0,88</b>	1,00	<b>0,97</b>	<b>0,68</b>	0,38	<b>0,97</b>
$X_{13}$	0,31	<b>1,00</b>	<b>-0,71</b>	<b>1,00</b>	<b>0,85</b>	<b>0,75</b>	<b>-0,73</b>	0,21	<b>0,54</b>	0,15	<b>0,95</b>	<b>0,97</b>	1,00	<b>0,64</b>	0,36	<b>0,99</b>
$X_{14}$	0,31	<b>0,62</b>	-0,20	<b>0,63</b>	<b>0,53</b>	0,43	<b>-0,53</b>	0,18	0,37	-0,13	<b>0,58</b>	<b>0,68</b>	<b>0,64</b>	1,00	<b>0,60</b>	<b>0,65</b>
$X_{15}$	0,13	0,39	-0,15	0,38	0,21	0,25	-0,19	-0,01	0,00	-0,07	0,28	0,38	0,36	<b>0,60</b>	1,00	0,44
$X_{16}$	0,35	<b>1,00</b>	<b>-0,74</b>	<b>0,99</b>	<b>0,84</b>	<b>0,77</b>	<b>-0,66</b>	0,26	<b>0,50</b>	0,14	<b>0,93</b>	<b>0,97</b>	<b>0,99</b>	<b>0,65</b>	0,44	1,00

Выполненный корреляционный анализ позволяет оставить для последующего определения параметров регрессионной модели (5) факторы  $X_1, X_2, X_8, X_9, X_{10}, X_{14}, X_{15}$ . Результаты анализа зависимости указанных факторов от  $Y$  отражены в табл. 9, из которой видно что только объем инвестиций в основные фонды на душу населения ( $X_1$ ) и оборот малых предприятий ( $X_2$ ) статистически сильно влияют на ВРП, имея достаточно малый уровень значимости. Поэтому имеет смысл именно их включить в окончательное уравнение регрессии для расчета ожидаемого значения результирующей величины.

Таблица 9

**Итоги регрессии для зависимой переменной:  $Y$  ( $R = 0,986; R^2 = 0,973$ )**

	В	Стд. ош.	$t$ (10)	$p$ -уров.
Св. член	126090,2	87888,45	1,43466	0,181909
$X_1$	<b>2,0</b>	<b>0,54</b>	<b>3,67263</b>	<b>0,004298</b>
$X_2$	<b>126,4</b>	<b>11,24</b>	<b>11,24605</b>	<b>0,000001</b>
$X_8$	-176,5	201,73	-0,87480	0,402204
$X_9$	348,0	1059,84	0,32833	0,749436
$X_{10}$	-21,0	32,95	-0,63784	0,537909
$X_{14}$	1669,6	4607,32	0,36237	0,724613
$X_{15}$	-397,2	2438,12	-0,16289	0,873847

Следующий шаг расчета связан с определением параметров регрессионной зависимости  $Y$  от  $X_1, X_2$  (табл. 10).

Таблица 10

**Итоги регрессии для зависимой переменной  $Y$ :  $R = 0,98399012, R^2 = 0,96823655, F(2,15) = 228,62, p = 0,001$** 

	В	Стд. ош.	$t$ (15)	$p$ -уров.
Св. член	87305,24	24886,05	3,50820	0,003170
$X_1$	1,89	0,41	4,64245	0,000319
$X_2$	128,03	7,06	18,14100	0,000000

Выполненный анализ свидетельствует о том, что линейную взаимосвязь между результирующей величиной и выбранными факторами можно считать сильной, так как множественный коэффициент корреляции равен почти единице, и статистически значимой, поскольку уровень значимости статистики Фишера меньше 5 % ( $p = 0,001$ ). Это подтверждает хорошие статистические свойства регрессионной модели, которая окончательно примет вид:

$$Y = 87305,24 + 1,89 \cdot X_1 + 128,03 \cdot X_2. \quad (7)$$

Общий вид регрессионной модели с наложенными на нее экспериментальными данными приведен на рис. 4.

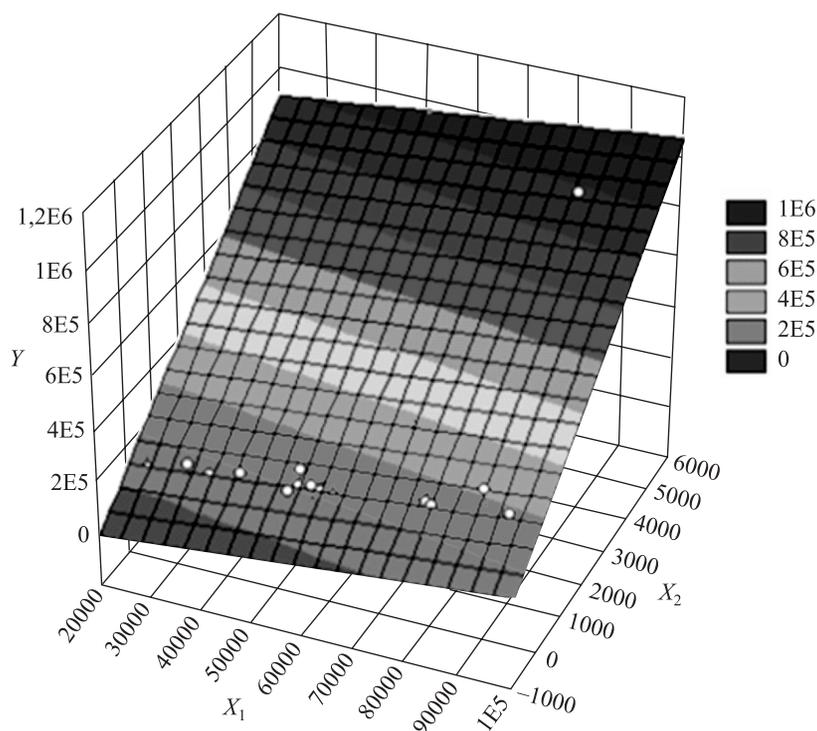


Рис. 4. Общий вид линейной регрессионной модели (7) и расположение экспериментальных данных

Результаты анализа остатков рассматриваемой регрессионной модели по всем регионам ЦФО (1–18) представлены в табл. 11.

Полученная регрессионная модель (7) и реализованный выше анализ остатков позволяет принять ожидаемое (расчетное) значение ВРП на душу населения Владимирской области в размере 187969,2 руб./чел.

Реально достигнутый показатель ВРП на душу населения региона за 2012 г. составил 200200 руб./чел. Соответственно, третий индикатор использования инновационно-воспроизводственного потенциала региона по формуле (1) составит:  $ИВ_3 = 1,064$ , что свидетельствует о близкой к норме (=1) тенденции функционирования региона на фоне всех субъектов ЦФО.

Найдем по формуле (2) интегральный показатель инновационно-воспроизводственного развития Владимирской области:

$$I_{ин} = \sqrt{1,752 + 0,5162 + 1,0642} = 2,11.$$

Таким образом, полученный результат дает возможность оценить, насколько используется совокупный модернизационный потенциал субъекта Федерации. Как видно, фактический обобщенный индикатор развития (2,11) превосходит нормативный (1,73) на 22,23 %. Поэтому инновационно-воспроизводственные позиции Владимирской области на период 2012 г. выглядят достаточно оптимальными, т.е. заложенные в ресурсные компоненты субъекта потенциальные возможности для целей модернизации используются регионом в должной мере. В то же время несмотря на полученный обнадеживающий интегральный показатель, у рассматриваемой

Таблица 11

**Результаты анализа остатков для наблюдаемых и предсказанных значений  
по регрессионной модели (7)**

Область (регион)	Наблюдаемое значение Y	Предсказанное значение Y	Остатки	Стандартная ошибка предсказания
1. Белгородская	355000,0	281769,7	73230,3	14159,50
2. Брянская	166700,0	173315,1	-6615,1	12075,81
3. Владимирская	200200,0	187969,2	12230,8	10287,79
4. Воронежская	243900,0	269607,7	-25707,7	10396,69
5. Ивановская	129800,0	153581,2	-23781,2	16328,92
6. Калужская	286500,0	285089,6	1410,4	16022,91
7. Костромская	199300,0	157885,3	41414,7	13304,93
8. Курская	226600,0	206438,4	20161,6	7899,33
9. Липецкая	253300,0	255940,7	-2640,7	11286,94
10. Московская	348500,0	380607,9	-32107,9	9251,56
11. Орловская	187700,0	194105,7	-6405,7	8340,66
12. Рязанская	215600,0	217335,5	-1735,5	7731,98
13. Смоленская	205900,0	212712,8	-6812,8	7796,00
14. Тамбовская	188400,0	245492,5	-57092,5	10702,33
15. Тверская	200000,0	216934,5	-16934,5	7808,44
16. Тульская	201000,0	210061,5	-9061,5	8019,23
17. Ярославская	255300,0	221370,3	33929,7	7989,57
18. г. Москва	887500,0	880982,6	6517,4	30684,18
Минимум	129800,0	153581,2	-57092,5	7731,98
Максимум	887500,0	880982,6	73230,3	30684,18
Среднее	263955,6	263955,6	0,0	11671,49
Медиана	210750,0	217135,0	-4523,2	10342,24

территории имеются очевидные перспективы для сокращения серьезного разрыва с близкими по потенциалу регионами, определенными в рамках статистической кластеризации. Об этом свидетельствует оценка индикатора ИВ<sub>2</sub>, в соответствии с которым Владимирская область на фоне таких субъектов использует свои ресурсы только наполовину. Весьма интересным выглядит факт того, что, судя по приведенному фрагменту расчетов, регионом успешнее используется внутренний потенциал (1,75), рассчитанный на основе анализа динамики за 13 лет. Внешние возможности, реализуемые прочими регионами, задействованы Владимирской областью не в должной мере. Результаты анализа позволяют выдвинуть предположение в отношении возможности достижения областью достаточно высоких результатов среди «догоняющих» (по величине ВРП на душу населения) регионов.

**Перспективы развития аналитического аппарата оценки инновационно-воспроизводственных возможностей территорий.** На основе приведенных выше расчетов представляется целесообразным обозначить основную гипотезу исследования, заключающуюся в том, что даже относительно высокие показатели развития региональной системы (ВРП на душу насе-

ления, уровень инновационной и экономической активности и т.д.) еще не свидетельствуют о его оптимальных позициях и особом положении, а точнее – степени использования инновационно-воспроизводственного потенциала, который мог бы обеспечить ему целенаправленное решение задач модернизации страны.

Это объясняется тем, что у всех субъектов разные «стартовые» возможности, де факто различное финансирование, а также институциональные, политико-правовые, климатические, экологические и иные условия. Поэтому предложенный многоуровневый подход позволяет формулировать определенные выводы по поводу эффективности привлечения региональных инновационно-воспроизводственных, научно-технологических, интеллектуальных и прочих ресурсов каждого отдельно взятого региона для осуществления модернизации.

Номенклатура включенных в модель факторов может корректироваться в ходе улучшения и совершенствования. Универсальный характер рассматриваемой методики позволяет варьировать перечень оцениваемых параметров, исходя из информационных возможностей, объекта исследования, а также квалификации привлекаемых аналитиков.

Приведенная методика дает возможность анализировать влияние отдельных факторов, обеспечивающих сбалансированное инновационно-воспроизводственное развитие региона, а также оценивать возможные последствия их изменений на перспективу.

Разработанный подход, предполагающий использование набора индикаторов в проведении анализа инновационно-воспроизводственного функционирования субъектов Федерации для целей мониторинга и управления, может быть применен представителями, отвечающими за инновационные стратегии на федеральном и региональном уровнях, для решения текущих задач экспертного сообщества, а также ассоциаций инновационного развития регионов. Возможно его использование на федеральном уровне с целью реализации стратегии инновационного развития России.

В сформированной методике совокупность и взаимосвязанное применение выделенных инструментов представляет возможность реализовать высокоэффективное решение задачи инновационной модернизации на основе учета использования потенциала региональной социально-экономической системы как на уровне внутренних ресурсных ориентиров, так и на фоне развития других территорий.

### Литература

1. Адлер Ю. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1976. 279 с.
2. Андрианов В. Стратегическое управление и устойчивое развитие экономики России // Проблемы теории и практики управления. 2014. № 2. С. 79–88.
3. Ефимова М. Общая теория статистики. М., 2011. 413 с.
4. Львов Д. Путь в XXI век: Стратегические проблемы и перспективы российской экономики. М., 1999. 793 с.
5. Могилевский В. Методология систем: вербальный подход. М., 1999. 251 с.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели: 2013 / Росстат. М., 2013. 990 с.

7. *Розенталь В.* Проблемы активизации инновационных процессов в российской экономике: институциональный аспект // Экономика и математические методы. 2013. № 2. С. 19–29.
8. *Сухарев О.* Теоретические и прикладные проблемы управления экономическими системами // Проблемы теории и практики управления. 2014. № 3. С. 8–18.

### **Bibliography**

1. *Adler Ju.* Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij. M., 1976. 279 p.
2. *Andrianov V.* Strategicheskoe upravlenie i ustojchivoe razvitie jekonomiki Rossii // Problemy teorii i praktiki upravlenija. 2014. № 2. P. 79–88.
3. *Efimova M.* Obshhaja teorija statistiki. M., 2011. 413 p.
4. *L'vov D.* Put' v XXI vek: Strategicheskie problemy i perspektivy rossijskoj jekonomiki. M., 1999. 793 p.
5. *Mogilevskij V.* Metodologija sistem: verbal'nyj podhod. M., 1999. 251 p.
6. *Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli: 2013 / Rosstat.* M., 2013. 990 p.
7. *Rozental' V.* Problemy aktivizacii innovacionnyh processov v rossijskoj jekonomike: institucional'nyj aspekt // Jekonomika i matematicheskie metody. 2013. № 2. P. 19–29.
8. *Suharev O.* Teoreticheskie i prikladnye problemy upravlenija jekonomicheskimi sistemami // Problemy teorii i praktiki upravlenija. 2014. № 3. P. 8–18.