

### 1.3. ИНДИКАТОРЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В БАЗИСЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

д.ф.-м.н. Айвазян С.А., д.э.н. Афанасьев М.Ю., к.ф.-м.н. Кудров А.В.

*Формируется и апробируется методология построения индикаторов основных направлений социально-экономического развития субъектов РФ. Новизна результатов определяется тем, что эти индикаторы строятся на основе базиса, сформированного с использованием характеристик региональной дифференциации. Построена схема взаимосвязи основных показателей социально-экономического развития, в которой выделены группы показателей, характеризующие два направления: «производство товаров и услуг» и «материальное благосостояние». В векторном базисе построены индикаторы, каждый из которых максимально коррелирован с индикатором, сформированным на основе соответствующей группы показателей. Показано, что для рассмотренных направлений регионального развития векторный базис обеспечивает более высокую согласованность индексов и рангов регионов, чем первые главные компоненты. Практическая значимость сформированного базиса в том, что он может рассматриваться в качестве общей информационной основы для анализа взаимосвязи различных направлений регионального развития. Причем, изменения положения субъектов РФ в пространстве характеристик дифференциации в результате реализации федерального или регионального проекта получают естественную экономическую интерпретацию и отображаются в изменения индексов по каждому направлению.*

#### Введение

Авторы ряда статей, представленных в первом номере нового журнала «Цифровая экономика», обозначили приоритетные направления развития теоретических и прикладных исследований в этой сфере знаний. На первый взгляд, изучение социально-экономического развития регионов является традиционной тематикой и прямого отношения к этим направлениям не имеет. К тому же, авторы этой статьи намеренно не выходят за пределы данных официальной статистики, предоставляемых Росстатом, и не используют на данном этапе технологии big data. Однако, на наш взгляд, разрабатываемая методология формирования индикаторов регионального развития на основе базиса в пространстве характеристик региональной дифференциации создает качественно новые, связанные с концепцией цифровой экономики, условия для мониторинга развития субъектов РФ. В дополнение к традиционной задаче построения индексов и рейтингов регионального развития создается возможность сравнивать экономическую природу самих индикаторов, так как они формируются в общем пространстве. Например, проводить параметрический анализ индикаторов качества жизни, построенных на основе объективных данных и субъективных оценок. Появляется возможность оценить близость экономической природы индикаторов основных направлений регионального развития и контролировать ее динамику. Со временем такие задачи могут стать обыденными для сети вычислительных центров, являющейся ключевым элементом цифровой экономики (Козырев, 2018). Тем более, что можно прогнозировать изменение позиций регионов в пространстве характеристик дифференциации в результате реализации федеральных и региональных инвестиционных проектов. И оценивать, с использованием индикаторов, построенных в общем базисе, влияние таких проектов на различные направления социально-экономического развития. Поэтому базис характеристик региональной дифференциации может стать одним из инструментов проектного управления (Макаров, 2010). А это уже вполне определенное соответствие тренду развития цифровой экономики. Впрочем, методология формирования индикаторов на основе общего базиса, находится еще на начальном этапе формирования.

#### Формирование векторного базиса

Теоретически обоснованным подходом к построению индикатора определенного направления социально-экономического развития на региональном уровне является компонентный анализ показателей, характеризующих это направление. Наиболее полно методология его применения и результаты апробации при оценке качества жизни представлены в (Айвазян, 2012; Макаров и др., 2014). Ниже рассматривается задача построения индикаторов нескольких направлений социально-экономического развития регионов и анализа их взаимосвязи. Естественным способом решения этой задачи является построение методом главных компонент индикатора каждого направления и анализ полученных индексов. Далее этот способ используется в качестве базового. Новизна результатов определяется тем, что альтернативные индикаторы строятся на основе общего базиса. Компоненты этого базиса отражают основные характеристики дифференциации, формируемые с помощью теоретически обоснованных моделей регионального развития. Положение региона в базисе определяет его экономическое своеобразие. Формирование индикатора в базисе осуществляется таким образом, чтобы он был в максимальной степени коррелирован с совокупностью показателей, характеризующих рассматриваемое направление. Сравнительный анализ индикаторов позволяет оценить взаимосвязь соответствующих направлений регионального развития. Преимущество рассматриваемого далее подхода в том, что построенные на его основе индикаторы позволяют количественно оценить относительное изменение уровня социально-экономического развития региона при изменении характеристик его дифференциации. Поэтому векторный базис

рассматривается в качестве единой информационной основы для анализа взаимосвязи различных направлений регионального развития и изменений относительного положения региона по каждому из этих направлений в результате реализации крупных инвестиционных проектов. Характеристики региональной дифференциации, формирующие векторный базис, должны удовлетворять следующим условиям, являющимся следствиями поставленной задачи:

- статистическая независимость по совокупности регионов;
- статистическая значимость в индикаторе хотя бы одного направления;
- значения и их приращения должны иметь экономическую интерпретацию.

### Главные компоненты структуры ВРП.

*Предпосылка.* Совокупность регионов может быть разделена на однородные группы, каждая из которых имеет свою зависимость ВРП от объемов факторов производства.

Формирование однородных групп регионов основано на использовании характеристик региональной дифференциации. Структура ВРП является определяющей характеристикой особенности технологической взаимосвязи ресурсных возможностей и результатов производственной деятельности региона. При формировании векторного базиса индикаторов регионального развития в качестве определяющих характеристик региональной дифференциации рассматриваются первая и вторая главные компоненты структуры ВРП. На рис. 1 каждая точка отражает положение субъекта РФ в пространстве двух первых главных компонент, построенных по данным Росстата о структуре ВРП за 2013г.

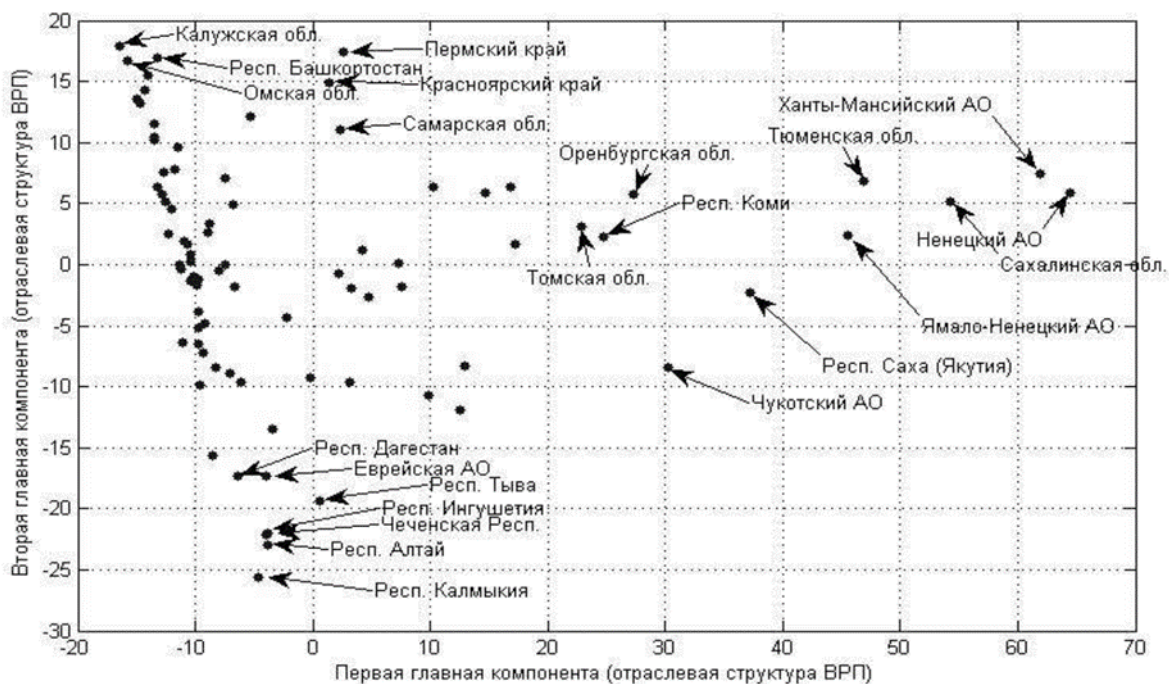


Рис. 1. Субъекты РФ в пространстве двух первых главных компонент структуры ВРП

Первая главная компонента разделяет добывающие (в правой верхней части рисунка) и прочие регионы и далее характеризуется как индекс отраслевой специализации. Вторая главная компонента разделяет обрабатывающие (в левой верхней части рисунка), равномерно развитые (в центре), сельскохозяйственные и развивающиеся регионы (в нижней части рисунка) и далее характеризуется как индекс индустриализации. Показано, что две первые главные компоненты объясняют более 80% общей дисперсии количественных характеристик структуры ВРП, причем взаимное расположение регионов в пространстве двух первых главных компонент устойчиво во времени (Айвазян, Афанасьев, Кудров, 2016а).

### Формирование групп регионов, однородных по структуре ВРП

В однородную группу включаются регионы, имеющие близкое расположение в пространстве двух первых главных компонент структуры ВРП. Формирование группы начинается с региона, имеющего выраженную дифференциацию (на рис.1 это Калужская область, Ненецкий АО, Республика Калмыкия). В однородную группу включаются близкие к нему регионы. Метод позволяет контролировать однородность группы регионов с помощью функции правдоподобия, формируемой для конкретной спецификации производственной функции (Айвазян, Афанасьев, Кудров, 2016а). В соответствии с этим подходом вся совокупность субъектов РФ разделена на пять групп, однородных по структуре ВРП (Айвазян, Афанасьев, Кудров, 2016б). Характеристики этих групп представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики групп регионов, однородных по структуре ВРП

Обозначение группы	Название группы	Число регионов в группе	Характеристика группы
G1	Базовая	38	Равномерно развитая промышленность
G2	«Добывающие»	11	Развитая добывающая промышленность
G3	«Обрабатывающие»	12	Развитые обрабатывающие производства
G4	«Сельскохозяйственные»	11	Развитое сельское хозяйство
G5	«Развивающиеся»	8	Развивающиеся регионы

### Оценки технической эффективности производства.

*Предпосылка.* Глокализация<sup>1</sup> создает условия для доступа региона к финансовым ресурсам и знаниям, создаваемым человечеством. Относительная неэффективность региона в группе однородности обусловлена тем, что он не использует в полной мере доступные возможности развития. Техническая эффективность регионального производства в мире глокализации является характеристикой качества управления.

Для каждой однородной группы строится производственная функция с переменными во времени коэффициентами, линейно зависящими от времени:

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + (\beta_1 + \alpha_1 t) \ln K_{it} + (\beta_2 + \alpha_2 t) \ln L_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

$R_{it}$  — ВРП региона  $i$  в момент времени  $t$ ;  $K_{it}$  — объем затрат физического капитала региона  $i$  в момент времени  $t$ ,  $L_{it}$  — объем трудозатрат региона  $i$  в момент времени  $t$ ,  $v_{it} \in N(0, \sigma_v^2)$ ;  $u_{it} \in N^+(\mu, \sigma_u^2)$ . Методом максимального правдоподобия получены оценки параметров производственной функции (1) для регионов каждой однородной группы по данным Росстата 2010-2015гг.

Таблица 2. Оценки параметров модели (1) для однородных групп

Динамические	G1 Базовая	G2 Добывающие	G3 Обрабатыва- ющие	G4 Сельскохозяй- ственные	G5 Развивающи- еся	все 80 регионов
$\beta_1$	7604*** (.0386)	.8154*** (.0276)	3659*** (.0401)	3973*** (.0760)	3734*** (.0000)	.8590*** (.0342)
$\beta_2$	.3323*** (.0477)	.0981*** (.0286)	.6753*** (.0438)	.7465*** (.0817)	4814*** (.0000)	1751*** (.0420)
$\beta_0$	.0774 (.2858)	1.1958*** (.2536)	3.1638*** (.3102)	2.1853*** (.5071)	4.052*** (.0000)	-.1923 (.2689)
$\alpha_0$	0327*** (.0090)		0733*** (.0075)	.0823*** (.0116)	0473*** (.0000)	.1690** (.0827)
$\alpha_1$					-.0292*** (.0000)	-.0226** (.0108)
$\alpha_2$					.0678*** (.0000)	.0255* (.0133)
$\mu$	-.1219	-.0807	-1.8682	-.7517	-1.9597	-.1427
$\sigma_u^2$	.0002	.0704	.0025	.0008	.5428	.0003
$\sigma_v^2$	.0453	8.61e-17	.0084	.0160	2.41e-16	.0472
<i>Log likelihood</i>	29.2250	28.7609	69.7292	42.6737	23.1644	51.2145

Значимость оценок: «\*\*\*» — на 1%, «\*\*» — на 5%, «\*» — на 10% уровнях.

В табл. 2 представлены оценки параметров модели (1) для регионов каждой из пяти однородных групп и для всей совокупности 80 регионов. На основе концепции стохастической границы (Kumbhakar, Lovell, 2004) получены оценки технической эффективности каждого региона по модели однородной группы и по общей модели. Однако, оценки технической эффективности для регионов из разных групп сопоставимы. Для того, чтобы сравнивать эффективность регионального управления регионов из разных однородных групп, оценки технической эффективности необходимо привести к сопоставимому виду. Авторами предложен и апробирован метод, позволяющий скорректировать оценки технической эффективности, полученные по общей для всех регионов модели так, чтобы их ранги соответствовали рангам

<sup>1</sup> Глокализация — сочетание глобальных и локальных факторов в развитии территорий (Кудряшова, 2008; Robertson, 1992). В контексте статьи — тенденция объединения человечества, основанная на применении информационных технологий и новых средств коммуникации, позволяющая практически мгновенно получать и использовать для развития региона ресурсы, создаваемые человечеством.

оценок, полученных по модели, построенной для каждой однородной группы. Описание, теоретическое обоснование, результаты апробации метода и сопоставимые оценки технической эффективности<sup>2</sup> представлены в работе (Айвазян, Афанасьев, Кудров, 2018а).

### Компонентный состав базиса

На временном отрезке  $[t - 1, t]$  базис  $B_t = (\{l_{it}\}, \{te_{it}\}, \{s_{it}^1\}, \{s_{it}^2\}, \{dte_{it}\})$  включает пять компонент:  $l_{it}$  — масштаб экономики региона  $i$  в момент  $t$ ;  $te_{it}$  — сопоставимая оценка технической эффективности;  $s_{it}^1$  — индекс отраслевой специализации;  $s_{it}^2$  — индекс индустриализации;  $dte_{it}$  — тренд технической эффективности,  $dte_{it} = te_{it} - te_{it-1}$ . В качестве характеристики масштаба экономики далее рассматривается численность экономически активного населения по данным Росстата. Сопоставимая оценка технической эффективности формируется на основе модели (1) и является характеристикой качества управления в долгосрочном периоде. Индекс отраслевой специализации и индекс индустриализации — соответственно, первая и вторая главные компоненты структуры ВРП по данным Росстата. Тренд оценки технической эффективности является характеристикой качества управления в краткосрочном периоде.

### Структура взаимосвязи основных показателей социально-экономического развития региона и компонент векторного базиса

На основе данных Росстата сформирован набор показателей, характеризующих производство товаров и услуг, материальное благосостояние, а также отдельные характеристики качества жизни на временном отрезке 2010-2015гг. Для каждого показателя и каждого года рассматриваемого периода построены регрессионные зависимости, в которых объясняемой переменной является нормированное по всей совокупности регионов значение показателя, а объясняющими переменными — нормированные значения компонент векторного базиса. В результате анализа бета-коэффициентов регрессионных моделей (Айвазян, Афанасьев, Кудров, 2018b) и корреляционной матрицы сформирована структура взаимосвязи набора показателей.

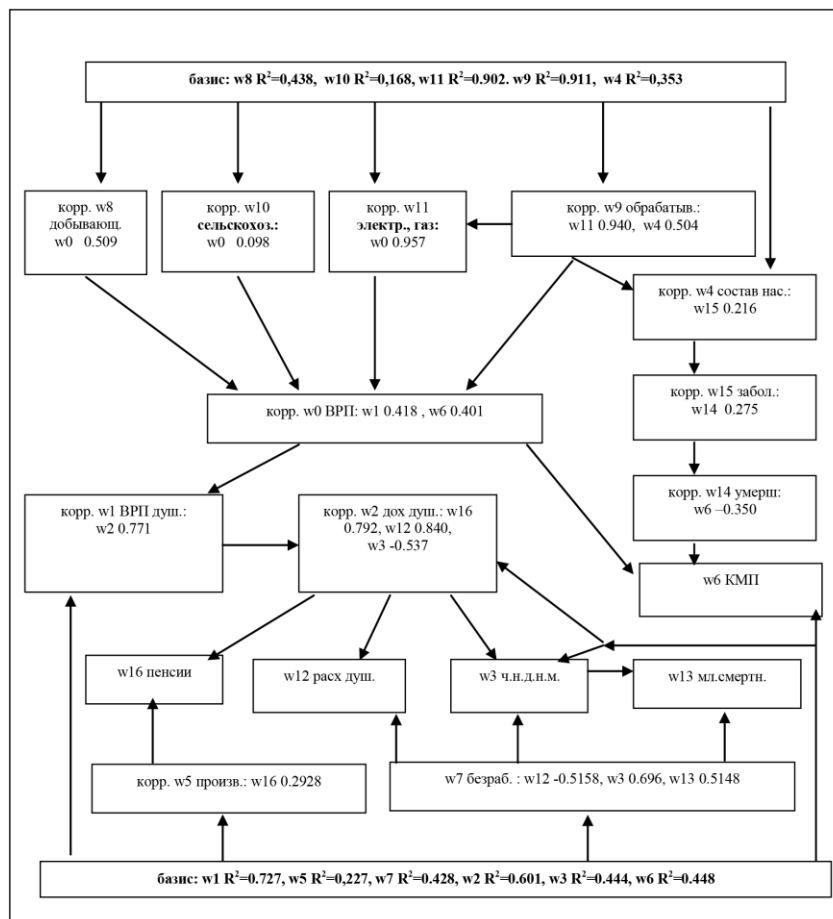


Рис.2. Схема взаимосвязи, значимость и коэффициенты корреляции показателей

<sup>2</sup> Оценкой технической эффективности производства региона  $i$  в году  $t$  является условное математическое ожидание  $TE = E(\exp\{u_{it}\} | v_{it} - u_{it})$ .

На рис. 2 представлена схема взаимосвязи 17 показателей, характеризующих сферы производства товаров и услуг, материальное благосостояние и рынки труда: w0 ВРП; w1: ВРП на душу; w2: среднедушевые доходы; w3: численность населения с доходом ниже прожиточного минимума; w4: состав населения по уровню образования; w5: индекс производительности труда; w6: коэффициент миграционного прироста; w7: уровень безработицы; w8: добыча полезных ископаемых; w9: продукция обрабатывающих производств; w10: продукция сельскохозяйственных производств; w11: производство электроэнергии, газа, воды; w12: расходы на душу населения, w13: коэффициент младенческой смертности, w14: количество умерших, w15: заболеваемость, w16: средний размер назначенных пенсий. На схеме в каждом прямоугольнике приведены обозначения и сокращенные названия показателей. Число в прямоугольнике — коэффициент корреляции показателей, связанных стрелкой, по данным 2015г. В прямоугольниках, находящихся в верхней и нижней части схемы, указаны коэффициенты детерминации регрессионных зависимостей по данным 2015г., в которых объясняемой переменной является указанный показатель, а объясняющими — компоненты векторного базиса.

Полученные результаты не противоречат гипотезе о том, что техническая эффективность производства как мера качества управления в долгосрочном периоде и ее тренд как мера качества управления в краткосрочном периоде, оказывают значимое влияние на показатели экономического развития региона. Характеристики структуры ВРП и масштаба экономики также оказывают значимое влияние на большинство рассмотренных показателей экономического развития. Указанные характеристики дифференциации статистически независимы. Это позволяет рассматривать векторный базис, включающий пять характеристик региональной дифференциации, в качестве информационной основы для построения индикаторов различных направлений социально-экономического развития субъектов РФ.

### Формирование, на основе векторного базиса, индикатора по группе показателей, характеризующих направление социально-экономического развития

Пусть  $I^S(y_t) = \sum_k \gamma_{tk} y_t^k$  — линейная комбинация показателей, характеризующих направление  $S$  социально-экономического развития регионов РФ, где  $y_t^k$  — вектор значений  $\{y_{it}^k\}_i$  показателя  $k$  группы  $S$  для всей совокупности регионов  $i$  в момент  $t$ ,  $\gamma_t = \{\gamma_{tk}\}_k$  — вектор параметров. Пусть

$$IB^S(\delta_t) = \delta_{1t} l_{it-1} + \delta_{2t} s_{it-1}^1 + \delta_{3t} s_{it-1}^2 + \delta_{4t} te_{it-1} + \delta_{5t} dte_{it-1}$$

— линейная комбинация компонент векторного базиса. Ставится задача определения значений параметров  $y_t^*, \delta_t^*$ , при которых вектора  $I^S$  и  $IB^S$  максимально коррелированы. То есть

$$(y_t^*, \delta_t^*) = \underset{(\gamma_t, \delta_t)}{\operatorname{argmax}} \operatorname{corr}(I^S, IB^S)$$

В результате решения этой задачи методом компонентного анализа (способ решения представлен в работах (Hotelling, 1936; Waugh 1942)) для направления  $S$  строятся индикаторы  $I^S(y_t^*)$  и  $IB^S(\delta_t^*)$ . На их основе можно построить две группы индексов регионального развития по направлению  $S$ . Первая группа индексов — проекции на индикатор  $I^S(y_t^*)$  совокупности векторов  $\{y_{it}^k\}_k$  показателей направления  $S$  для каждого региона  $i$ . Вторая группа индексов — проекции на индикатор  $IB^S(\delta_t^*)$  значений компонент векторного базиса для каждого региона. При достаточно высоком коэффициенте корреляции  $\operatorname{corr}(I^S(y_t^*), IB^S(\delta_t^*))$ , коэффициент ранговой корреляции этих индексов близок к единице. Поэтому индексы регионов по индикатору  $IB^S(\delta_t^*)$  могут быть использованы в качестве интегральных характеристик уровня развития региона в моделях макро- и мезоуровней, а также для построения рейтинга регионов по направлению  $S$ . Таким образом, векторный базис создает единую информационную основу для оценки взаимосвязи различных направлений социально-экономического развития регионов.

### Индикаторы регионального развития и рейтинги регионов. Направление «производство товаров и услуг»

Рассмотрим направление 1 регионального развития «производство товаров и услуг» и пять показателей, характеризующих это направление: w1 — ВРП на душу; w8 — объем добычи полезных ископаемых; w9 — обрабатывающие производства; w10 — продукция сельского хозяйства; w11 — производство электричества, газа, воды. В следующей табл. 3 приведены оценки индикаторов направления, построенных на основе показателей и на основе характеристик векторного базиса по данным 2015 г. В столбце (1) табл. 5 — обозначения показателей, характеризующих направление 1. В столбце (2) — оценки параметров  $y_t^*$  индикатора  $I^1(y_t^*)$ . В столбце (3) — коэффициенты корреляции показателей и индикатора  $I^1(y_t^*)$ . В столбце (4) — обозначения характеристик векторного базиса. В столбце (5) — оценки параметров  $\delta_t^*$  индикатора  $IB^1(\delta_t^*)$ , построенного на основе векторного базиса. В столбце (6) — коэффициенты корреляции характеристик векторного базиса и индикатора  $IB^1(\delta_t^*)$ .

Таблица 3. Индикаторы направления «производство товаров и услуг»

$I^1$	Индикатор в пространстве показателей		$IB^1$	Индикатор в векторном базисе	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
W1	-1.462e-07	0 168	1	0960	0.994
W8	-3.172e-07	0221	te	0.041	0.211
W9	7.529e-07	0967	si	-0076	-0.192
W10	2.912e-06	0388	s2	0.061	0.324
W11	6.291e-06	0 931	dte	0.025	0.064

Естественно, что наиболее значимой составляющей индикатора  $IB^1(\delta_t^*)$  является  $I$  — масштаб экономики региона. Техническая эффективность  $te$ , индекс отраслевой специализации  $si$  и индекс индустриализации  $s2$  также являются значимыми характеристиками, хотя тренд технической эффективности  $dte$  в индикаторе этого направления незначим.

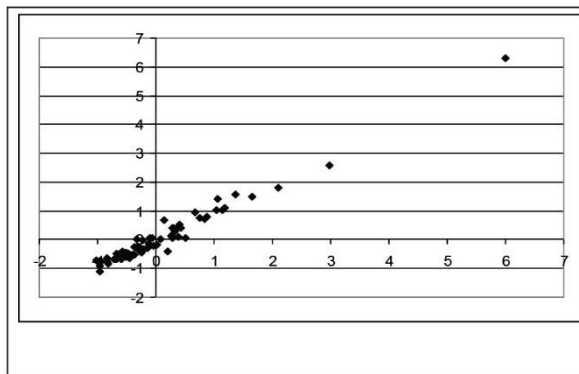


Рис. 3а Регионы в пространстве индикаторов направления «производство товаров и услуг»

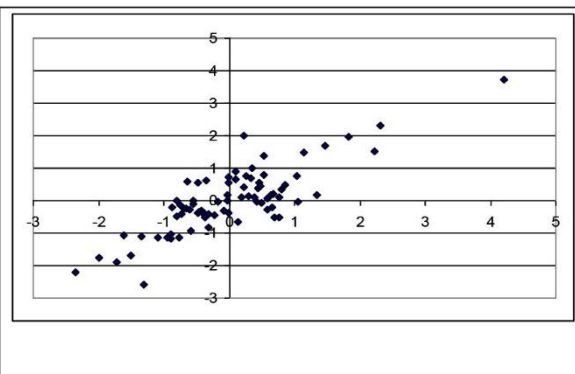


Рис. 3б Регионы в пространстве индикаторов направления «материальное благосостояние»

На рис. 3а точка описывает положение региона в пространстве индексов, формируемых по двум индикаторам. По оси абсцисс — значения индексов по индикатору  $IB^1(\delta_t^*)$ . По оси ординат — значения индексов по индикатору  $I^1(y_t^*)$ .

Коэффициент корреляции Пирсона — 0.982. В правой верхней части рисунка выделяются регионы: г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен 0.956, что свидетельствует о высокой согласованности рангов, построенных на основе индикатора показателей направления «производство товаров и услуг» и соответствующего индикатора векторного базиса.

### Направление «материальное благосостояние»

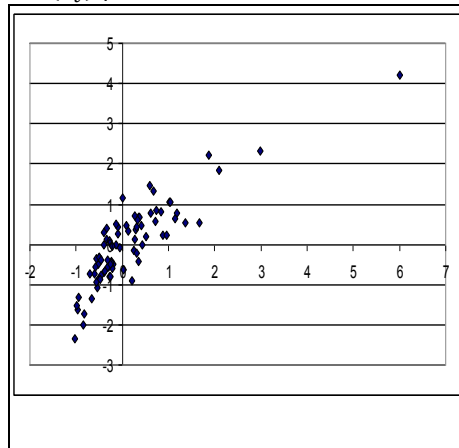
Рассмотрим направление 2 регионального развития «материальное благосостояние» и пять показателей, характеризующих это направление:  $w2$  — среднедушевые доходы;  $w5$  — индекс производительности труда;  $w6$  — коэффициент миграционного прироста;  $w7$  — уровень безработицы;  $w13$  — коэффициент младенческой смертности. В следующей табл. 4 приведены оценки индикаторов этого направления, построенных на основе показателей Росстата и на основе векторного базиса по данным 2015 г.

Таблица 4. Индикаторы направления «материальное благосостояние»

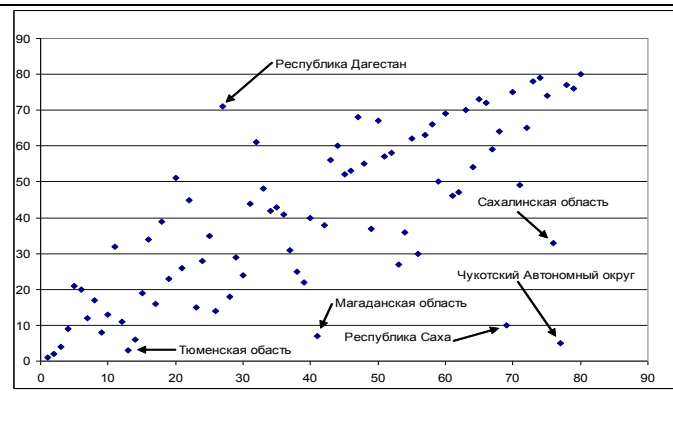
$I^2$	Индикатор в пространстве показателей		$IB^2$	Индикатор в векторном базисе	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
W2	0.743	0.837	1	0.648	0.731
W5	0.108	0.293	te	0.304	0.572
W6	0.375	0.466	s1	0.288	0.269
W7	-0.162	-0.631	s2	0.215	0.485
W13	-0.161	-0.421	dte	0.366	0.463

Знаки всех коэффициентов в столбце (2) соответствуют знакам коэффициентов корреляции в столбце (3). Все компоненты векторного базиса значимы в составе индикатора  $IB^2(\delta_t^*)$ . Наиболее значимы  $I$  — масштаб экономики,  $te$  — техническая эффективность и  $dte$  — тренд технической эффективности. В данном случае наблюдается влияние технической эффективности и ее тренда на индикатор регионального развития. На рис. 3б по оси абсцисс — значения индексов по индикатору  $IB^2(\delta_t^*)$ . По оси

ординат — значения индексов по индикатору  $I^2(y_t^*)$ . Коэффициент корреляции — 0.830. В правой верхней части рис. 3b доминирующее положение занимают те же регионы, что на рис. 3а: г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена индикаторов  $I^2(y_t^*)$  и  $IB^2(\delta_t^*)$  равен 0.705.



**Рис.4а Регионы в пространстве индексов:** ось абсцисс – «производство продуктов и услуг», ось ординат – «материальное благосостояние»



**Рис.4б Регионы в пространстве значений рангов:** ось абсцисс – «производство продуктов и услуг», ось ординат – «материальное благосостояние»

На рис. 4а по оси абсцисс — индексы регионов по индикатору  $IB^1$  направления «производство товаров и услуг». По оси ординат — индексы регионов по индикатору  $IB^2$  направления «материальное благосостояние». Коэффициент корреляции 0.863. На рис. 4б по оси абсцисс — значения рангов по направлению «производство товаров и услуг». По оси ординат — ранги по направлению «материальное благосостояние». Коэффициент корреляции Спирмена 0.714. Ранги двух регионов по направлению «материальное благосостояние» совпадают с их высокими рангами по направлению «производство товаров и услуг»: г. Москва — 1, Московская область — 2. В топ 4 рейтингов по двум направлениям входит также г. Санкт-Петербург. В верхней правой части рисунка 4б регион, замыкающий рейтинг по каждому направлению — Республика Калмыкия.

Для сравнения с базовым подходом построены первые главные компоненты двух направлений. Индексы регионов, рассчитанные на основе первых главных компонент показателей двух направлений, имеют коэффициент корреляции Пирсона 0.578, то есть согласованы относительно слабо. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена — 0.613. Таким образом, для рассмотренных направлений региональной развития базис характеристик дифференциации позволяет обеспечить более высокую согласованность индексов и рангов, чем первые главные компоненты.

### Об учете природной ренты

В нижней правой части рисунка 4б наблюдаются выделяющиеся из общей совокупности четыре добывающих региона. Это Тюменская область, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Чукотский автономный округ. Ранги этих регионов относительно слабо согласованы по направлениям «производство товаров и услуг» и «материальное благосостояние». Их положение в рейтинге по направлению «материальное благосостояние» существенно выше положения в рейтинге «производство товаров и услуг». Такое несоответствие может объясняться двумя обстоятельствами. Во-первых, в указанных регионах, ввиду климатических особенностей, используются дополнительные меры материального стимулирования. Во-вторых, индикатор направления «производство товаров и услуг» не учитывает природной ренты указанных выше добывающих регионов<sup>3</sup>. Для оценки природной ренты авторами построена регрессионная зависимость результата производственной деятельности региона от характеристик дифференциации. В соответствующей модели объясняемой переменной является показатель ВРП на душу, объясняемыми переменными — фондовооруженность труда, индекс отраслевой специализации и индекс индустриализации. Модель имеет высокую объясняющую способность  $R^2=0.868$ . Оценки природной ренты для четырех регионов по данным 2015г находятся в интервале от 43.7% до 60.0% ВРП. На основе этих оценок рассчитаны корректировки индексов четырех регионов по направлению «производство товаров и услуг».

<sup>3</sup> В соответствии с общепринятым подходом в качестве оценки природной ренты рассматривается дополнительный ВРП, получаемый сверх обусловленного затраченным трудом и капиталом.

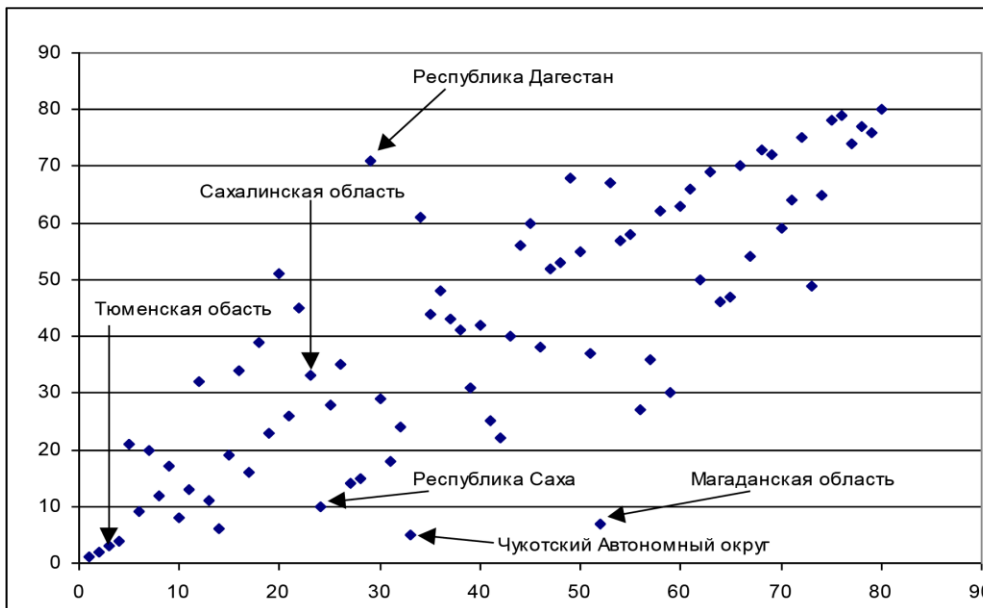


Рис. 5. Положение регионов в пространстве значений рангов по индикатору «производство товаров и услуг» после корректировки (ось абсцисс) и по индикатору «материальное благосостояние» (ось ординат)

На рис.5 положение регионов Тюменская область, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Чукотский автономный округ в пространстве рангов по двум направлениям с учетом природной ренты существенно изменилось. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена в результате корректировки увеличился до 0.812. Таким образом, корректировка индексов добывающих регионов с учетом природной ренты позволяет повысить согласованность их рангов по двум направлениям.

#### Взаимосвязь двух направлений регионального развития во времени

Описанные выше результаты показывают, что индикаторы, построенные в базе характеристик дифференциации, позволяют установить пространственную взаимосвязь двух направлений регионального развития в любой фиксированный момент времени. С целью анализа взаимосвязи этих направлений во времени построены траектории индексов каждого из 80 субъектов РФ. На основе описанного выше подхода по каждому направлению в векторном базисе построены индикаторы для каждого года периода 2011 -2015.

Таблица 5. Индикаторы направления «производство товаров и услуг»

Компоненты векторного базиса	2011	2012	2013	2014	2015
масштаб экономики, оценка $\delta_{1t}^1$	0.961	0.966	0.961	0.956	0.960
техническая эффективность, оценка $\delta_{2t}^1$	0.047	0.036	0.028	0.029	0.041
индекс отраслевой специализации, оценка $\delta_{3t}^1$ (на основе первой главной компоненты структуры ВРП)	-0.038	-0.017	-0.079	-0.066	-0.076
индекс индустриализации, оценка $\delta_{4t}^1$ (на основе второй главной компоненты структуры ВРП)	0.076	0.078	0.070	0.091	0.061
тренд технической эффективности, оценка $\delta_{5t}^1$	0.008	-0.012	-0.043	0.001	0.025

В таблице 5 представлены индикаторы направления «производство продуктов и услуг» в векторном базисе, построенные для каждого года периода 2011-2015гг. Оценки всех характеристик векторного базиса, за исключением тренда технической эффективности, значимы и устойчивы во времени. Оценки тренда технической эффективности в индикаторе этого направления незначимы.

Таблица 6. Индикаторы направления «материальное благосостояние»

Компоненты векторного базиса	2011	2012	2013	2014	2015
масштаб экономики, оценка $\delta_{1t}^2$	0.684	0.757	0.800	0.753	0.648
техническая эффективность, оценка $\delta_{2t}^2$	0.268	0.256	0.249	0.188	0.304
индекс отраслевой специализации, оценка $\delta_{3t}^2$ (на основе первой главной компоненты структуры ВРП)	0.513	0.331	0.338	0.227	0.288
индекс индустриализации, оценка $\delta_{4t}^2$ (на основе второй главной компоненты структуры ВРП)	0.198	0.262	0.157	0.397	0.214
тренд технической эффективности, оценка $\delta_{5t}^2$	0.022	-0.121	-0.170	0.096	0.366
Коэффициенты корреляции Пирсона индикаторов двух направлений	0.735	0.854	0.836	0.876	0.863



В таблице 6 представлены индикаторы направления «материальное благосостояние», построенные для каждого года периода 2011-2015гг. Оценки всех характеристик базиса, за исключением тренда технической эффективности, значимы и устойчивы во времени. В последней строке таблицы 6 приведены коэффициенты корреляции индексов, рассчитанных для 80 регионов по индикаторам двух направлений для соответствующего года. Для каждого года периода 2012-2015гг. наблюдается высокая пространственная согласованность направления «производство товаров и услуг» и направления «материальное благосостояние». Для каждого региона построены две траектории из пяти точек. Одна – индексы направления «производства товаров и услуг» по индикаторам, представленным в таблице 5. Другая – индексы направления «материальное благосостояние» в соответствии с таблицей 6. Представляет интерес проверка гипотезы, что траектории двух направлений взаимосвязаны во времени. Проверка этой гипотезы проводится с использованием коэффициентов корреляции для 80 пар траекторий. Будем считать результаты проверки не противоречащими гипотезе, если более, чем для 50% траекторий коэффициент корреляции выше 0.7.

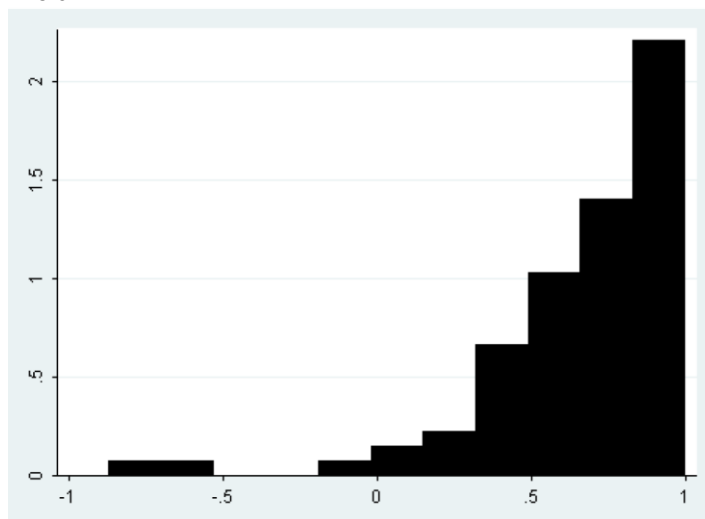


Рис. 6. Оценка плотности распределения значений коэффициентов корреляции

На рис. 6 приведена оценка плотности распределения значений коэффициентов корреляции по траекториям 80 регионов. Среднее значение 0.659, стандартное отклонение 0.334. Для 21 региона из 80 коэффициент корреляции выше 0.9. Это Курская область, Забайкальский край, Брянская область, Тамбовская область, Магаданская область, Республика Тыва, Костромская область, Белгородская область, Тульская область, Воронежская область, Республика Адыгея, Амурская область, Камчатский край, Новгородская область, Калининградская область, Рязанская область, Нижегородская область, Республика Хакасия, Алтайский край, Ярославская область, Кемеровская область. Для большинства регионов – 45 из 80, коэффициент корреляции выше 0.7.

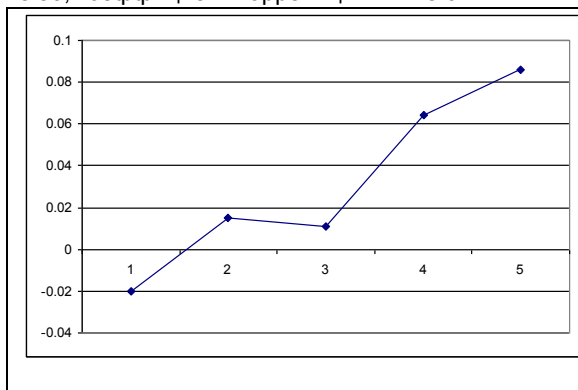


Рис. 7а. Тульская область: траектория индексов направления «производство товаров и услуг» за период 2011-2015г.

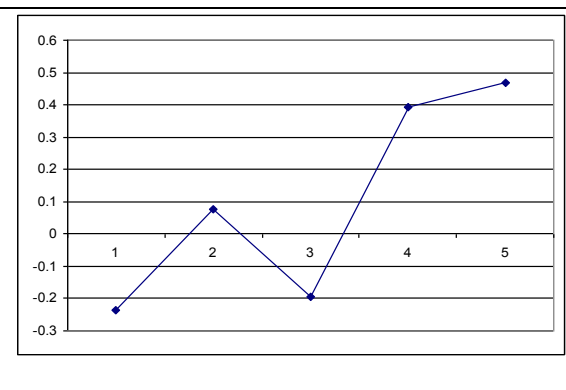


Рис. 7б Тульская область: траектория индексов направления «материальное благосостояние» за период 2011-2015г.

На рис. 7а представлена траектория Тульской области по направлению «производство товаров и услуг». На рис. 7б – траектория этого региона по направлению «материальное благосостояние». Коэффициент корреляции траекторий – 0.957. На каждом интервале времени рост (снижение) индекса по направлению «производство товаров и услуг» сопровождается ростом (снижением) индекса по направлению «материальное благосостояние».

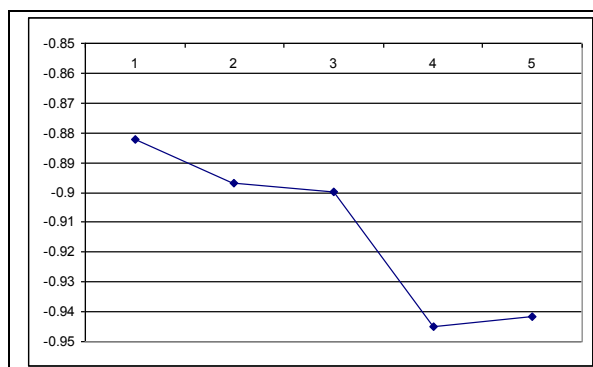


Рис. 8а. Республика Тыва: траектория индексов направления «производство товаров и услуг» за период 2011-2015г.

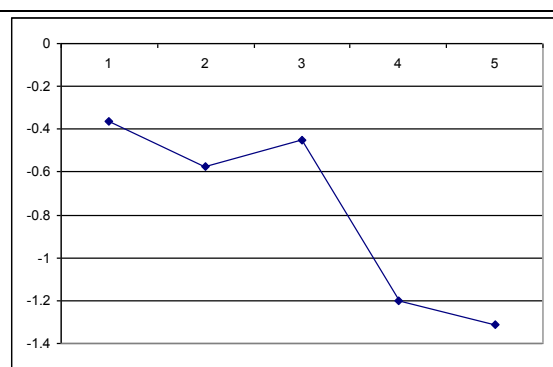


Рис. 8б Республика Тыва: траектория индексов направления «материальное благосостояние» за период 2011-2015г.

На рис. 8а представлена траектория Республики Тыва по направлению «производство товаров и услуг». На рис. 8б – траектория этого региона по направлению «материальное благосостояние». Коэффициент корреляции траекторий – 0.978. Можно сделать вывод, что для большинства регионов наблюдается сильная взаимосвязь результатов производственной деятельности и материального благосостояния населения. При этом для каждого из регионов, входящих в топ 3 по двум направлениям развития: г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург – коэффициент корреляции траекторий ниже 0.6.

Таблица 7. Распределение по федеральным округам регионов с высокой корреляцией траекторий

Федеральный округ	Число регионов	Регионов с корр выше 0.7	Доля регионов с корр выше 0.7 в %
Центральный федеральный округ	18	14	78
Северо-Западный федеральный округ	10	6	60
Южный федеральный округ	6	1	17
Северо-Кавказский федеральный округ	7	3	43
Приволжский федеральный округ	14	9	64
Уральский федеральный округ	4	1	25
Сибирский федеральный округ	12	7	58
Дальневосточный федеральный округ	9	4	44
По совокупности субъектов РФ	80	45	56

В таблице 7 показано распределение по федеральным округам регионов, для которых траектории индексов двух направлений развития имеют коэффициент корреляции выше 0.7. Наиболее сильная согласованность двух направлений развития в Центральном и Приволжском федеральных округах. Выше среднего по РФ также в Северо-Западном и Сибирском федеральных округах. В других федеральных округах согласованность двух направлений развития относительно слабая. Можно предположить, что в них на материальное благосостояние существенное влияние оказывают факторы, не учтенные в этом исследовании.

Таблица 8. Распределение по однородным группам регионов с высокой корреляцией траекторий

Обозначение	Название группы	Число	Регионов с корр выше 0.7	Доля регионов с корр выше 0.7 в %
G1	Базовая	38	25	66
G2	«Добывающие»	11	4	36
G3	«Обрабатывающие»	12	8	67
G4	«Сельскохозяйственные»	11	5	45
G5	«Развивающиеся»	8	3	38
ИТОГО		80	45	56

В таблице 8 показано распределение по группам однородности регионов, для которых траектории индексов двух направлений развития имеют коэффициент корреляции выше 0.7. Наиболее сильная согласованность двух направлений развития в базовой группе и группе обрабатывающих регионов. В других группах – ниже среднего по всей совокупности регионов.

## Выводы

1. Сформирован компонентный состав базиса индикаторов социально-экономического развития субъектов РФ. В него включены пять характеристик: масштаб экономики, первые две компоненты структуры ВРП (индекс отраслевой специализации и индекс индустриализации), техническая эффективность производства как характеристика качества управления в долгосрочном периоде и тренд технической эффективности как характеристика качества управления в краткосрочном периоде. При оценке этих характеристик использованы теоретически обоснованные модели региональной дифференциации.

2. Показано, что индексы регионов по индикатору, построенному в векторном базисе, могут быть использованы в качестве интегральных характеристик уровня развития региона в моделях макро- и мезоуровней, а также для построения рейтингов по различным направлениям экономического развития. Таким образом, векторный базис создает единую информационную основу для оценки взаимосвязи различных направлений социально-экономического развития регионов. Особенностью и преимуществом такого подхода является возможность оценивать влияние относительного изменения характеристик дифференциации региона на относительный уровень его социально-экономического развития.

3. На основе данных Росстата за период с 2010 по 2015гг. показано, что характеристики векторного базиса значимы в регрессионных моделях, описывающих зависимость основных социально-экономических показателей регионального развития от компонент векторного базиса. Построена структура взаимосвязи основных показателей социально – экономического развития региона, на которые компоненты векторного базиса оказывают прямое или косвенное влияние. Сформированы группы показателей, характеризующих два направления социально-экономического развития субъектов РФ: «производство товаров и услуг» и «материальное благосостояние».

4. Методом компонентного анализа по данным 2015г. построены два индикатора направления «производство товаров и услуг». Первый — в пространстве значений пяти показателей, характеризующих это направление: ВРП на душу; объем добычи полезных ископаемых; продукция обрабатывающих производств; продукция сельского хозяйства; производство электричества, газа, воды. Второй — в базисе. Коэффициент корреляции индексов 0.982 — максимально возможный для данного набора показателей. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена 0.956.

5. По данным 2015г. построены два индикатора направления регионального развития «материальное благосостояние». Первый — в пространстве значений пяти показателей: среднедушевые доходы; коэффициент миграционного прироста; уровень безработицы; коэффициент младенческой смертности; индекс производительности труда. Второй — в векторном базисе. Значение коэффициента корреляции 0.830, коэффициент ранговой корреляции Спирмена 0.705.

6. Индексы регионов, построенные на основе первых главных компонент двух групп показателей, имеют коэффициент корреляции 0.578. Индексы регионов по индикаторам, построенным в векторном базисе, имеют коэффициент корреляции 0.863. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена, соответственно, 0.613 и 0.714. Таким образом, для рассмотренных направлений регионального развития сформированный базис позволяет обеспечить более высокую согласованность индексов, чем первые главные компоненты.

7. Анализ траекторий индексов, рассчитанных по индикаторам двух направлений за период 2011-2015гг., позволил получить результаты, подтверждающие, что для большинства регионов наблюдается взаимосвязь результатов производственной деятельности и материального благосостояния населения. Наиболее сильная согласованность двух направлений развития в Центральном и Приволжском федеральных округах. Выше среднего по РФ – в базовой группе равномерно развитых регионов и в группе обрабатывающих регионов.

8. Слабое соответствие рангов по двум направлениям развития наблюдается для четырех наиболее крупных добывающих регионов: Тюменская область. Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Чукотский автономный округ. В этих регионах оценки относительного уровня материального благосостояния существенно превышают оценки относительного уровня производства. Корректировка индексов указанных регионов с учетом природной ренты позволяет повысить согласованность их рангов по двум направлениям развития (коэффициент ранговой корреляции Спирмена увеличивается с 0.714 до 0.812).

## Литература

1. Айвазян С.А. (2012). Анализ качества и образа жизни населения: эконометрический подход. М., Наука.
2. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2016а). Метод кластеризации регионов РФ с учетом отраслевой структуры ВРП. Прикладная эконометрика. № 1 (41). С. 24-46.
3. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2016б). Модели производственного потенциала и оценки технологической эффективности регионов РФ с учетом структуры производства. Экономика и математические методы №1, с.28-44.

4. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2018а). Метод сравнения регионов РФ по оценкам технической эффективности с учетом структуры производства. Экономика и математические методы, №1.
5. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2018b). Индикаторы социально-экономического развития субъектов РФ в векторном базисе. Прикладная эконометрика № 2, (в печати).
6. Козырев А.Н. (2018). Цифровая экономика и цифровизация в исторической перспективе. Цифровая экономика, №1, с. 5-19.
7. Кудряшова А.И. (2008). Влияние глобализации мировой экономики на формирование региональной экономической политики // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук, М., РГТЭУ.
8. Макаров В.Л., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М. (2014). Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения. Экономика региона. № 4. С.9-30.
9. Макаров В.Л. (2010). Социальный кластеризм. Российский вызов. М., Бизнес Атлас.
10. Hotelling H. (1936). Relationships between Two Sets of Variables. Biometrika, 46, p. 321-377.
11. Kumbhakar S., Lovell K. (2004). Stochastic Frontier Analysis. Cambridge U.P., p.86.
12. Robertson R. (1992). Globalization: Social Theory and Global Culture.L.
13. Waugh F.W. (1942). Regression between Sets of Variates. Econometrica, 46, p. 290-310.

Айвазян Сергей Артемьевич — д.ф.-м.н., ЦЭМИ РАН, Москва; [aivazian@cemi.rssi.ru](mailto:aivazian@cemi.rssi.ru).

Афанасьев Михаил Юрьевич — д.э.н., к.ф.-м.н., ЦЭМИ РАН, Москва; [miafan@cemi.rssi.ru](mailto:miafan@cemi.rssi.ru).

Кудров Александр Владимирович — к.ф.-м.н., ЦЭМИ РАН, Москва; [kovlal@inbox.ru](mailto:kovlal@inbox.ru).

Sergei Aivazian  
Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow; [aivazian@cemi.rssi.ru](mailto:aivazian@cemi.rssi.ru)  
Mikhail Afanasiev  
Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow; [miafan@cemi.rssi.ru](mailto:miafan@cemi.rssi.ru)  
Alexander Kudrov  
Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow; [kovlal@inbox.ru](mailto:kovlal@inbox.ru)

#### INDICATORS OF RUSSIAN REGIONS ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE BASIS OF THE DIFFERENTIATION CHARACTERISTICS

**Ключевые слова:** региональная экономика; эконометрическое моделирование; проверка гипотез; индикаторы.

**Keywords:** regional economy; econometric modeling; hypothesis testing; indicators.

JEL classification: C12; C51; R15.

#### Abstract

The methodological basis is developed and tested for building indicators which shows the main directions of socio-economic development of regions of the Russian Federation. The novelty of the results is determined by the fact that these indicators are built on the basis of a common vector basis. Two groups of indicators that characterize the different directions of the economic development: "production of products and services" and "material welfare" are highlighted in the structure of the main indicators of social and economic development. Two indicators are constructed based on the vector basis, each of which is maximally correlated with the indicator formed on the basis of corresponding group indicators. It is shown that for the considered direction of regional development the vector basis provides a higher consistency of the indexes and ranks of regions than the first major components. Vector basis, allowing the specification of the component composition, research as an information basis for the analysis of the relationship between various directions of regional development.

#### References

1. Ayvazyan S.A. (2012). Analiz kachestva i obraza zhizni naseleniya: ekonometricheskij podkhod [Analysis of quality and mode of life of the population: econometric approach]. Moscow, Nauka, 402.

2. Aivazian S., Afanasiev M., Kudrov A. (2016a). Clustering methodology of the Russian Federation regions with account of sectoral structure of GRP. *Applied Econometrics*, 41, pp. 24-46.
3. Aivazian S., Afanasiev M., Kudrov A. (2016b). Models of Productive Capacity and Technological Efficiency Evaluations of Regions of the Russian Federation Concerning the Output Structure. *Economics and Mathematical Methods* 52, 1, 28-44 (in Russian).
4. Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V. (2018a). Metod sravnenija regionov RF po ocenkam tehnichekoj jeffektivnosti s uchetom struktury proizvodstva. *Economics and Mathematical Methods*, 1, (in Russian).
5. Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V. (2018b). *Прикладная эконометрика*, №1.
6. Kozyrev. (2018). The digital economy and the digitization in a historical perspective. *Digital economy*, №1, p. 5-19.
7. Kudriashova A.I. (2008). Vlijanie globalizacii mirovoj jekonomiki na formirovanie regional'noj jekonomicheskoj politiki // Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora ekonomicheskikh nauk, M., RGTJeU (in Russian).
8. Makarov V., Aivazyan S., Afanasiev M., Bakhtizin A., Nanavyan A. (2014). The Estimation Of The Regions' Efficiency Of The Russian Federation Including The Intellectual Capital, The Characteristics Of Readiness For Innovation, Level Of Well-Being, And Quality Of Life. *Economica of region* 4, p.9-30.
9. Hotelling H. (1936). Relationships between Two Sets of Variables. *Biometrika*, 46, p. 321-377.
10. Kumbhakar S., Lovell K. (2004). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge U.P., p.86.
11. Robertson R. (1992). *Globalization: Social Theory and Global Culture*.L.
12. Waugh F.W. (1942). Regression between Sets of Variates. *Econometrica*, 46, p. 290-310.

DOI: 10.34706/DE-2018-03-03