

## Дифференциация эффективности экономики регионов России

**Цель.** К стратегическим задачам устойчивого развития российской экономики относятся повышение энергоэффективности и фондоотдачи, рост производительности труда, снижение негативного влияния на окружающую среду. Ввиду значительной дифференциации экономики РФ, приоритетность этих задач в региональной проекции не одинакова. Поэтому важен и актуален мониторинг основных показателей макроэкономической эффективности регионов, их сравнительный анализ и выбор методов их обобщающей оценки. Целью выполненного исследования является апробация методов многомерного сравнительного анализа основных показателей регионального производства для оценки интегрального индикатора — относительного уровня эффективности экономики российских регионов.

**Материалы и методы.** Исходными данными для оценки эффективности региональной экономики выбраны удельные показатели производства валового регионального продукта: объемы энергопотребления, использования основных фондов, трудовых ресурсов, экологического влияния, которые рассчитываются по данным Росстата. Исследовательский интерес совместного рассмотрения этих показателей региональной экономики обусловлен их взаимосвязанностью как основных компонент синтетического латентного свойства эффективности. В работе использованы методы многомерного сравнительного анализа: непараметрический метод граничного анализа (Data Envelopment Analysis), методы среднего, таксономического показателя, главных компонент.

**Результаты.** Апробированные методы позволили оценить дифференциацию и ранжировать регионы РФ по уровню эффективности их экономических систем, выявить «отстающих» и определить факторы, снижающие их позиции. Отмечены особенности применения рассмотренных методов для решения поставленной задачи. Уделено внимание экономической интерпретации полученных интегральных показателей. Выполнена группировка регионов РФ по данным 2016 г. К категории

«высокой эффективности» (с интегральным показателем 0,85–1,0) относятся 28 регионов, большинство из которых эффективны по всем четырем критериям. Группа «средне эффективных» (0,75–0,84) включает 33 региона, пониженный уровень эффективности которых обусловлен одним-двумя факторами: высокой энергоемкостью, повышенными выбросами или недостаточной производительностью труда. Группу «низкой эффективности» (0,5–0,74) составляют 26 регионов, проблема эффективности которых имеет комплексный характер, преимущественно энерго-экологический, причем по отдельным компонентам наблюдается критически низкие показатели эффективности.

**Заключение.** В этой статье представлена оценка дифференциации эффективности региональной экономики с использованием интегрального показателя, учитывающего результативность использования трудовых ресурсов, физического капитала, топливно-энергетических ресурсов и экологического влияния. Одноточных выводов по выбору методики агрегирования частных критериев эффективности в один обобщающий показатель не получено. Практическим подходом является решение подобных задач разными доступными методами для сопоставления результатов и получения непротиворечивых выводов. В рассматриваемой задаче учитывались четыре основных критерия эффективности региональной экономики, но методически их количество не ограничено и может быть увеличено. Результаты могут быть использованы в системе мониторинга и стратегического планирования экономического развития регионов. Предложенный методический подход применим для решения иных практических задач многофакторного сравнительного анализа регионального развития.

**Ключевые слова:** регионы России, сравнительный многомерный анализ, экономическая эффективность, интегральный показатель, расход энергетических ресурсов

Larisa V. Chaika

Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North,  
Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktывkar, Russia

## Differentiation of the economic efficiency in the regions of Russia

**Purpose.** The strategic objectives of sustainable development of the Russian economy include improving energy efficiency and capital efficiency, increasing labor productivity, and reducing the negative impact on the environment. Due to the significant differentiation of the Russian Federation economy, the priorities of these tasks in regions are not the same. Therefore, the analysis of various components of the regional macroeconomic efficiency and the choice of methodical approaches to their composite assessment are being important. The purpose of this paper is to test the multidimensional analysis methods of key regional production indicators for measuring the integral indicator — the relative level of economy-wide efficiency of the Russian regions.

**Materials and methods.** “Per unit” indicators of the gross regional product: energy consumption, use of fixed assets, labor, and environmental impact, that are calculated by the ROSSTAT data are the basis for assessing of the regional economy efficiency. The research interest of joint consideration of these regional economy

indicators is due to their connected-ness as major components of the latent synthetic property of efficiency. The study used methods of comparative multidimensional analysis: nonparametric method of frontier analysis — Data Envelopment Analysis, methods of the average and taxonomic indicator and principal components.

**Results.** The tested methods allowed assessing the differentiation, to rank the regions of the Russian Federation by the level of their economic systems’ efficiency and to identify the “lagging” ones and determine the factors that reduce their positions. The specifics of the application of the considered methods are noted. Attention is paid to the economic interpretation of the integral indicators. The grouping of regions of the Russian Federation has been carried out according to the data of 2016. Twenty-eight regions are classified as “high efficiency” (integral index 0,85–1,0), most of which are effective on all four criteria. The “medium-performing” group (0,75–0,84) comprises thirty-three regions with a reduced level of efficiency due to one or two factors: high energy intensity, increased emissions or insufficient

labor productivity. The "low efficiency" group (0,5–0,74) comprises twenty-six regions, the problem of their efficiency is a complex one, mainly energy-environmental, with critically low efficiency indicators for some components.

**Conclusion.** This article presents an assessment of the differentiation of the regional economy efficiency by using an integral indicator, taking into account the performance of the use of labor, physical capital, fuel and energy resources and environmental impact. Firm conclusions on the choice of the method for aggregating particular performance criteria into one generalizing indicator have not been obtained. A practical approach is to solve such problems

by different available methods to compare results and to obtain consistent conclusions. Four basic criteria of the regional economy efficiency were taken into account, but methodically their number is not limited and can be increased. The results can be used in the system of monitoring and strategic planning of regional economy development. The proposed methodical approach is applicable to other practical tasks of multi-factor comparative analysis of regional development.

**Keywords:** regions of Russia, comparative multidimensional analysis, economic efficiency, integral indicator, energy consumption

## Введение

В региональных экономических исследованиях актуальным является сравнительный анализ различных сфер жизнедеятельности – социального и экономического развития, экологической и энергетической безопасности [1–8]. Проблематика такого рода исследований обусловлена многовариантностью выбора первичных признаков, расчетных методов и алгоритмов сравнительного анализа. Целью данной работы является апробирование методов многомерного анализа для агрегированной оценки макроэкономической эффективности производственных систем российских регионов, учитывающей результативность использования физического капитала, трудовых, энергетических и экологических ресурсов.

Показатели макроэкономической эффективности являются ключевыми индикаторами экономического развития и традиционно используются для межстрановых и межрегиональных сопоставлений. В качестве частных критериев эффективности региональной экономики рассматриваются показатели производительности труда, фондоотдачи, энергетической и экологической эффективности производства валового продукта. Эти компоненты синтетического свойства эффективности принято оценивать по отдельности, при этом общий результат действия всех производственных факторов рассматривается как эффект одного из них. Исследовательский интерес совместного

(а не обособленного) рассмотрения частных показателей эффективности региональной экономики обусловлен потенциальной возможностью учета их взаимосвязанности и получения обобщающей характеристики – композитного индикатора латентного свойства эффективности. Анализ и оценка межрегиональной дифференциации экономики РФ по нескольким основным компонентам макроэкономической эффективности позволит выявить структурные особенности региональной экономики в части замещения ресурсов, их относительной избыточности и дефицитности, определить критические характеристики и основные факторы неэффективности, что может способствовать актуализации приоритетных задач и направлений стратегического развития регионов.

Обзор исследовательских работ в области анализа дифференциации регионального развития показал, что их многообразие связано с различиями в идентификации проблемной области, в выбранных методах и алгоритмах сравнительного анализа. Рассматриваемая постановка задачи является новой и более узкой по отношению, например, к проблематике исследований [2, 7], в которых переменные, определяющие экономическую эффективность регионально-го производства рассматриваются в числе более широкого набора первичных признаков. К тому же, следует отметить распространенные особенности научных публикаций по

тематике сравнительного анализа регионального развития РФ: 1) авторы рассматривают многочисленный набор первичных признаков (десятки); 2) как правило, применяется один (безальтернативный) авторский методический подход, 3) интерпретация результатов анализа в плане практических выводов затруднительна. В представленной работе выбрано только несколько, наиболее значимых исходных показателей определяемого латентного свойства и апробируются разные методы сравнительного анализа.

Для многомерного сопоставления, учитывающего совокупность различного рода первичных признаков, применяются разные методы агрегирования («свёртки») исходного набора индикаторов в несколько или один обобщающий (интегральный, композитный) показатель [1, 2, 4, 7, 9]. Межстрановой сравнительный анализ с использованием композитных показателей признается полезным инструментом в изучении комплексных проблем развития экономики [9]. Наиболее часто, в качестве интегральных показателей используется взвешенная сумма исходных, предварительно унифицированных, статистических показателей, при этом основной проблемой является выбор весовых коэффициентов [10]. Для построения результативных латентных признаков применяется метрический метод таксономических показателей, для агрегирования информации широко практикуется метод главных компонент.

Для многомерного сравнительного анализа экономических систем с оцениванием параметра их эффективности, преимущественно используются методы граничного анализа: моделирование граничного производственного потенциала – Stochastic Frontier Analysis [3, 11] и непараметрический метод анализа среды функционирования – Data Envelopment Analysis (DEA) [6, 12–15]. Метод DEA активно применяется в зарубежных исследованиях комплексной энерго-эколого-экономической сравнительной эффективности производственных систем разного уровня, в том числе для межстрановых и межрегиональных сопоставлений [13, 14]. В настоящей работе апробируются несколько расчетных методов сравнительного анализа с целью выяснения особенностей применения методических разных алгоритмов и сопоставления полученных результатов.

#### Исходные данные и постановка задачи

Для оценки эффективности регионального производства выбраны следующие статистические показатели Росстата за 2016 г., опубликованные в свободном доступе (<http://www.gks.ru>):

- энергоемкость валового регионального продукта за год, кг у.т./ на 10 тыс. руб.;
- основные фонды (ОФ) по полной учётной стоимости (на конец года), млрд. руб.;
- среднегодовая численность занятых (ЧЗ) в экономике, тыс. человек;
- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ (ВЗВ), отходящих от стационарных источников, тыс. т;
- валовой региональный продукт (ВРП) в текущих основных ценах, млрд.руб.

С целью нивелирования масштабных различий регионов первичные статданные преобразованы в переменные ресурсоемкости (удельные за-

траты) производства ВРП. Переменные удельных затрат для каждого  $i$ -го региона:

$x_{i1}$  – энергоемкость, отношение годового потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) к объему ВРП, т у.т./млн руб.;

$x_{i2}$  – фондоемкость, отношение стоимости ОФ к объему ВРП, млн руб./млн руб.;

$x_{i3}$  – трудозатраты (ТЗ), отношение среднегодовой численности занятых в экономике к объему ВРП, чел./млн руб.;

$x_{i4}$  – удельные выбросы, отношение объема выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников к объему ВРП, т/млн руб. Удельные выбросы служат измерением экологической емкости регионального производства – использования экологических ресурсов (ЭР) окружающей среды. Выходной переменной в рассматриваемой постановке задачи является  $y_i = 1$ .

Эффективность производства ВРП определяется соотношением затрат (входные переменные) и результатов (выходные переменные): чем меньше затрат и больше результат тем выше эффективность. В случае одного фактора производства, частным показателем – коэффициентом эффективности его использования будет величина обратная удельным затратам. В случае многомерного анализа для каждого региона должен быть определен интегральный показатель эффективности производства валового продукта  $EI_i$ , принимающий значения из интервала (0;1] и агрегировано отражающий результативность использования четырех факторов (энергии, физического капитала, рабочей силы, окружающей среды).

#### Методы исследования

Метод анализа среды функционирования – Data Envelopment Analysis (DEA)

применяется для оценки эффективности функционирования однотипных объектов, характеризуемых входными (затраты, используемые ресурсы) и выходными (достигнутые результаты, продукты) показателями деятельности [6, 12–15]. Путем последовательного решения задач линейного программирования для каждого сравниваемого объекта выборки (DMUs – Decision Making Units) строится граница (гиперповерхность) максимальной производственной эффективности. Мера эффективности объектов определяется их положением относительно границы: для эталонных объектов на границе этот показатель равен 1; для неэффективных DMUs – меньше 1. Проецирование неэффективного DMU на границу определяет его неиспользуемый потенциал – резервы, которые должны быть задействованы для перехода объекта в оптимальное состояние.

Существуют различные базовые и модифицированные типы моделей DEA [6; 12–15]. В рассматриваемой постановке задачи, когда исходные данные приведены к сопоставимому масштабу (используются удельные затраты при выходной переменной, равной 1), выбор переменного или постоянного масштаба DEA-модели становится незначимым. Поиск решения выполняется с использованием радиальной вход-ориентированной DEA-модели, в которой последовательно для каждого DMU решается задача линейного программирования, ниже сформулированная для региона  $i = k$ :

целевая функция

$$EI_{i=k}^{dea} = \min \theta_k,$$

ограничения

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ij} \leq \theta_k x_{kj}, \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i \geq y_k, \\ \lambda_i \geq 0, \quad 0 \leq \theta_k \leq 1,$$

где  $EI_i^{dea}$  – искомый относительный показатель эффек-

тивности;  $x_{ij}$  – переменные входных ресурсных факторов  $j = 1, \dots, m$  ( $m = 4$ ) для выборки регионов  $i$ , сравниваемых с исследуемым  $i = 1, \dots, n, i \neq k$ ;  $y$  – выходная переменная  $y_i$ ,  $y_k = 1$ ;  $\theta_k$  – искомые переменные взвешивания.

Результатом оптимизации для рассматриваемого региона является выбор гипотетического объекта-аналога, структурно однородного с исходным, который обеспечивает тот же объем производства, но затрачивает меньший объем ресурсов. Экономическое содержание интегрального показателя следует трактовать следующим образом: эффективность производства ВРП в рассматриваемом регионе составляет величину не выше полученной расчетной, причем по каждому из ресурсных факторов. Дополнительный анализ определяемых DEA-моделью частных коэффициентов эффективности интересен в плане выяснения наиболее избыточно используемого ресурса в рассматриваемой экономике, и следовательно – величины нижней границы интегрального показателя эффективности  $EI_{i\_min}^{dea}$ .

В данной работе DEA-моделирование выполнялось с использованием программного обеспечения: MaxDEA Software (<http://www.maxdea.cn/MaxDEA.htm>) и модуля линейного программирования Excel.

**Метод среднего значения (СЗ).** Оценка эффективности методом многомерного среднего значения выполняется с учетом взаимосвязи стоимости затрат и выпуска. Имеется ввиду, что интегральная эффективность представляет собой величину обратную совокупным удельным затратам, а не среднее значение частных показателей эффективности использования каждого из ресурсов. В качестве унифицированных значений первичных показателей ресурсоемкости

принимаются их относительные уровни от максимальных значений:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}, \quad (1)$$

где  $x_j^{max}$  – максимальное значение  $j$ -го признака. Агрегированный показатель ресурсоемкости вычисляется как среднее унифицированных значений частных признаков:

$\bar{z}_i = \frac{\sum_{j=1}^m z_{ij}}{m}$ . Следующим шагом определяется искомый относительный интегральный показатель эффективности:

$EI_i^{cp} = \frac{1/\bar{z}_i}{1/\bar{z}_i^{min}}$ , где  $\bar{z}_i^{min}$  – минимальная величина агрегированного показателя ресурсоемкости.

**Метод таксономического показателя (ТП).** К методам снижения размерности (редукции) признаков сравниваемых объектов и вычисления синтетических показателей относится метрический метод, называемый методом таксономического показателя [16, 17]. Преимуществом данного метода является возможность сопоставления разнородных показателей, путем агрегирования их в соответствующие величины, равнодействующие всех признаков [18]. В этом методе вычисляются расстояния (метрики) от каждого объекта до некоторого базиса (полюса) с заданными координатами – эталонного (или антиэталонного) объекта, соответственно с наилучшими (или наихудшими) значениями всех показателей. В результате нормирования полученных расстояний для каждого объекта определяется искомая интегральная оценка – степень его приближения к эталонному состоянию – таксономический показатель.

В этом методе применяются различные метрики и варианты построения таксономических показателей. Общий алгоритм реализуется в последовательности, включающей:

обязательную стандартизацию или унификацию исходных значений признаков; их разграничение на стимуляторы и дестимуляторы; формирование координат объекта-эталона (точки верхнего полюса) или объекта-антиэталона (точки нижнего полюса); расчет матрицы расстояний и таксономического показателя для каждого объекта [16, 17].

Стандартизация (унификация) переменных необходима для приведения разнородных исходных признаков к одинаковой размерности. Их разделение на стимуляторы/дестимуляторы определяет направленность их влияния на результирующий признак: рост первых способствует увеличению искомой агрегированной оценки, рост вторых, напротив, ее снижению. Соответственно устанавливаются эталонные уровни для этих признаков: так при измерении эффективности для стимуляторов эталонной будет максимальная величина, для дестимуляторов – минимальная. На этапе унификации исходных данных с использованием различных формул приведения [16;19] стимуляторы могут быть преобразованы в дестимуляторы и наоборот.

В нашем анализе выполнена оценка таксономических показателей в двух вариантах: классическом и модифицированном. При построении классического таксономического показателя стандартизация переменных производится в соответствии с формулой:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}, \quad (2)$$

где  $\bar{x}_j, \sigma_j$  – среднее значение и среднее квадратическое отклонение  $j$ -го признака. Затем вычисляется Евклидово расстояние объектов до антиэталонного полюса с максимальными координатами каждого признака:

$$D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_j^{ae})^2}, \quad (3)$$

и искомым показателем эффективности

$$EI_i^{B1} = \frac{D_i}{D_i^{max}} \quad (4)$$

В модифицированном варианте расчета таксономического показателя  $EI_i^{B2}$  первичные признаки унифицируются в дестимуляторы с использованием формулы (1), метрики объектов вычисляются по формуле (3) с координатами антиэталонного полюса (1;1;1;1), а относительный таксономический показатель — по формуле (4).

**Метод главных компонент (ГК)** обеспечивает «сжатие» первичной информации, объясняя изменчивость и взаимосвязи множества исходных признаков объектов меньшим числом латентных факторов. Способ понижения размерности состоит в переходе к новому ортогональному базису, оси которого ориентированы по направлениям максимальной дисперсии набора входных данных [20]. Главные компоненты взаимно некоррелированы, их линейная комбинация позволяет восстанавливать значения рассматриваемых исходных признаков, в отличие от других методов агрегирования, но экономическая интерпретация ГК, как правило, не очевидна. Вычисление ГК выполняется относительно центрированных или стандартизированных переменных. Результаты оценивания собственных векторов и главных компонент могут отличаться по вариантам расчета с использованием ковариационной или корреляционной матриц, первичных или унифицированных данных.

Классический метод ГК дает не полную редукцию признаков — несколько главных компонент, причем чем меньше коррелированы между собой исходные переменные, тем меньше возможность снижения размерности. Для полной свертки статистически регистрируемых переменных в один синтетический показателем

С.А. Айвазяном предложен метод модифицированной первой главной компоненты (МПК) [19], который находит применение в сравнительных региональных исследованиях [4; 10, 19–21]. В этом методе интегральный показатель рассчитывается как линейная функция унифицированных частных критериев  $\tilde{x}_{ij}$ , с весовыми коэффициентами равными квадратам компонент собственного вектора ковариационной матрицы переменных, соответствующего её наибольшему собственному значению. Область применимости метода МПК ограничена условием: первая главная компонента должна объяснять не менее 55% дисперсии элементарных признаков (т.е. максимальное собственное число ковариационной матрицы должно составлять не менее 55% в сумме всех собственных чисел) [19].

В рассматриваемой задаче перед построением интегрального показателя исходные переменные унифицируются — преобразуются в признаки-стимуляторы, измеряемые в диапазоне [0;1], таким образом, чтобы меньшим значением ресурсоемкости соответствовал больший унифицированный частный показатель эффективности  $\tilde{z}_{ij}$ :

$$\tilde{z}_{ij} = \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{min}}, \quad (5)$$

где  $x_j^{max}, x_j^{min}$  — максимальное и минимальное значение  $j$ -го признака.

В нашем исследовании компонентный анализ реализован с использованием программных продуктов, выполненных в виде надстроек к электронным таблицам Microsoft Excel: — программного обеспечения «AtteStat» (разработчик И.П. Гайдышев) для статистической обработки данных (<http://attestatsoft.narod.ru/>); — приложения «ExStatR» (разработчики: Новаковский

А.Б., Сабитов Д.А) для совместного использования Microsoft Excel и программы статистической обработки «R» (<https://ib.komisc.ru/rus/database/exstatr>, [22]).

Выполненные расчеты показали невозможность удовлетворительного решения рассматриваемой задачи методом МПК, поскольку на первую главную компоненту пришлось менее 55% (42%) дисперсии элементарных признаков. Не работоспособность данного метода отмечается в ситуации, когда исходный набор частных критериев представлен «взаимно слабо коррелированными переменными, каждая из которых вносит существенный вклад в описание и интерпретацию анализируемой интегральной категории» [19, с.48], что характерно для рассматриваемой задачи.

Другим вариантом расчета интегрального показателя реализован комбинированный алгоритм методов ГК и ТП. На начальном этапе исходные переменные унифицируются в относительные показатели используя формулы 1 или 5, что позволяет четко интерпретировать направленность ГК, в сравнении с результатами в случае непосредственного применения матрицы стандартизированных переменных по формуле 2. Затем выполняется расчет методом ГК с оценкой координат объектов в двух первых ГК ( $g_{1i}, g_{2i}$ ), т.е. осуществляется переход от 4-х мерного к 2-х мерному пространству признаков. В нашем примере, общая информативность двух ГК составила 72% дисперсии первичных признаков, что принимается достаточным. Далее определяется таксономический показатель — Евклидово расстояние объектов до антиэталонного полюса с координатами максимальных ресурсоемкостей (минимальной эффективности)  $g_{1,2}^{ae}$ .

$$D_i = \sqrt{(g_{1i} - g_{1i}^{ae})^2 + (g_{2i} - g_{2i}^{ae})^2}$$

## Исходные данные и результаты многомерного анализа

ФО	Регион	Удельные показатели производства ВРП 2016 г., на 1 млн. руб.*				Интегральные показатели эффективности производства ВРП (в относительных единицах), рассчитанные методами:			
		ТЭР, т у.т.	ОФ, млн р.	ЧЗ, чел.	ВЗВ, т	СЗ	DEA	ТП	ГК+ТП
		$x_{1i}$	$x_{2i}$	$x_{3i}$	$x_{4i}$	$EI_i^{ep}$	$EI_i^{dea}$	$EI_i^{m1}$	$EI_i^{sk}$
	Российская Федерация **	13,03	2,65	1,04	0,25	0,57	0,66	0,85	0,82
ЦФО	Белгородская область	17,21	1,92	1,04	0,15	0,62	0,90	0,89	0,79
ЦФО	Брянская область	18,63	2,56	1,89	0,14	0,46	0,67	0,80	0,76
ЦФО	Владимирская область	18,20	2,01	1,65	0,08	0,53	0,86	0,86	0,79
ЦФО	Воронежская область	13,33	1,82	1,30	0,09	0,65	0,95	0,92	0,85
ЦФО	Ивановская область	17,43	3,08	2,49	0,15	0,39	0,56	0,75	0,76
ЦФО	Калужская область	14,01	2,44	1,36	0,06	0,59	0,71	0,88	0,84
ЦФО	Костромская область	15,93	2,61	1,82	0,31	0,44	0,66	0,77	0,74
ЦФО	Курская область	18,55	2,21	1,43	0,11	0,53	0,78	0,85	0,78
ЦФО	Липецкая область	38,39	2,51	1,20	0,68	0,33	0,69	0,65	0,40
ЦФО	Московская область	9,32	2,03	0,95	0,07	0,79	0,86	0,95	0,91
ЦФО	Орловская область	18,20	2,21	1,54	0,10	0,53	0,78	0,85	0,78
ЦФО	Рязанская область	25,36	2,75	1,50	0,29	0,41	0,62	0,73	0,64
ЦФО	Смоленская область	18,45	3,16	1,69	0,22	0,43	0,55	0,75	0,74
ЦФО	Тамбовская область	11,90	2,56	1,58	0,18	0,53	0,68	0,84	0,83
ЦФО	Тверская область	25,10	3,37	1,69	0,18	0,39	0,52	0,72	0,67
ЦФО	Тульская область	22,61	2,00	1,41	0,27	0,48	0,84	0,81	0,69
ЦФО	Ярославская область	17,73	2,61	1,33	0,18	0,51	0,66	0,82	0,77
ЦФО	Москва	4,20	2,54	0,61	0,004	1,00	1,00	1,00	1,00
СЗФО	Республика Карелия	19,28	2,90	1,21	0,50	0,43	0,60	0,73	0,67
СЗФО	Республика Коми	19,69	5,58	0,77	1,04	0,31	0,53	0,56	0,65
СЗФО	Архангельская область	13,98	2,86	0,80	0,36	0,55	0,70	0,83	0,79
СЗФО	Вологодская область	40,84	3,19	1,14	0,91	0,29	0,55	0,56	0,33
СЗФО	Калининградская область	8,05	1,97	1,24	0,05	0,75	0,89	0,95	0,92
СЗФО	Ленинградская область	24,85	3,20	0,90	0,27	0,45	0,65	0,76	0,68
СЗФО	Мурманская область	22,25	4,44	0,89	0,54	0,38	0,53	0,65	0,66
СЗФО	Новгородская область	15,09	2,49	1,20	0,23	0,55	0,70	0,84	0,79
СЗФО	Псковская область	13,15	2,56	2,02	0,23	0,46	0,68	0,80	0,80
СЗФО	г. Санкт-Петербург	7,06	1,75	0,85	0,02	0,96	1,00	1,00	0,95
ЮФО	Республика Адыгея	15,27	2,01	1,65	0,12	0,55	0,85	0,87	0,81
ЮФО	Республика Калмыкия	10,11	3,49	2,00	0,04	0,48	0,59	0,82	0,88
ЮФО	Республика Крым	11,55	6,51	2,61	0,10	0,32	0,38	0,70	0,82
ЮФО	Краснодарский край	9,78	2,72	1,27	0,12	0,61	0,68	0,88	0,88
ЮФО	Астраханская область	14,47	4,01	1,40	0,37	0,42	0,47	0,72	0,76
ЮФО	Волгоградская область	16,76	2,78	1,54	0,22	0,48	0,62	0,79	0,76
ЮФО	Ростовская область	10,93	2,03	1,55	0,13	0,60	0,85	0,89	0,86
ЮФО	г. Севастополь	11,30	4,28	2,67	0,06	0,38	0,50	0,76	0,84
СКФО	Республика Дагестан	10,09	2,63	1,79	0,02	0,56	0,73	0,88	0,89
СКФО	Республика Ингушетия	12,42	2,00	3,19	0,02	0,42	0,93	0,87	0,89
СКФО	Кабардино-Балкарская Республика	14,02	1,91	2,70	0,03	0,46	0,91	0,87	0,86
СКФО	Карачаево-Черкесская Республика	26,71	2,72	2,35	0,23	0,36	0,63	0,70	0,64
СКФО	Республика Северная Осетия – Алания	17,42	1,98	2,29	0,04	0,47	0,88	0,85	0,81
СКФО	Чеченская Республика	30,09	2,81	2,94	0,13	0,32	0,61	0,70	0,66

ФО	Регион	Удельные показатели производства ВРП 2016 г., на 1 млн. руб.*				Интегральные показатели эффективности производства ВРП (в относительных единицах), рассчитанные методами:			
		ТЭР, т у.т.	ОФ, млн р.	ЧЗ, чел.	ВЗВ, т	СЗ	DEA	ТП	ГК+ТП
		$x_{1i}$	$x_{2i}$	$x_{3i}$	$x_{4i}$	$EI_i^{cp}$	$EI_i^{dea}$	$EI_i^{m1}$	$EI_i^{sk}$
СКФО	Ставропольский край	13,87	2,57	1,91	0,13	0,49	0,67	0,83	0,81
ПФО	Республика Башкортостан	21,10	2,13	1,31	0,34	0,48	0,79	0,80	0,69
ПФО	Республика Марий Эл	15,64	2,52	1,88	0,22	0,46	0,68	0,80	0,77
ПФО	Республика Мордовия	17,11	3,03	1,96	0,21	0,43	0,57	0,76	0,75
ПФО	Республика Татарстан	12,58	2,20	1,01	0,17	0,65	0,79	0,90	0,84
ПФО	Удмуртская Республика	13,39	2,17	1,35	0,27	0,55	0,79	0,85	0,80
ПФО	Чувашская Республика	15,32	2,91	2,09	0,10	0,45	0,60	0,80	0,81
ПФО	Пермский край	20,93	2,94	1,10	0,28	0,47	0,61	0,77	0,71
ПФО	Кировская область	16,96	2,70	2,03	0,34	0,41	0,63	0,75	0,72
ПФО	Нижегородская область	18,35	2,36	1,39	0,13	0,53	0,73	0,84	0,77
ПФО	Оренбургская область	25,83	2,64	1,21	0,66	0,38	0,66	0,68	0,55
ПФО	Пензенская область	12,97	2,75	1,87	0,13	0,49	0,63	0,82	0,83
ПФО	Самарская область	17,15	2,36	1,34	0,20	0,52	0,73	0,83	0,77
ПФО	Саратовская область	16,89	2,72	1,74	0,17	0,47	0,63	0,80	0,77
ПФО	Ульяновская область	15,63	2,22	1,79	0,10	0,52	0,78	0,85	0,81
УрФО	Курганская область	16,38	3,58	1,80	0,22	0,42	0,49	0,74	0,76
УрФО	Свердловская область	18,78	3,08	1,06	0,46	0,45	0,58	0,74	0,70
УрФО	Ханты-Мансийский автономный округ	18,17	3,84	0,34	0,47	0,48	0,99	0,77	0,76
УрФО	Ямало-Ненецкий автономный округ	7,37	5,20	0,21	0,38	0,53	1,00	0,84	0,94
УрФО	Тюменская область без АО	10,58	2,24	0,82	0,12	0,74	0,85	0,93	0,88
УрФО	Челябинская область	28,33	2,32	1,36	0,47	0,40	0,73	0,72	0,57
СФО	Республика Алтай	12,89	2,77	1,84	0,15	0,49	0,63	0,82	0,82
СФО	Республика Бурятия	17,39	3,06	1,96	0,47	0,38	0,56	0,69	0,68
СФО	Республика Тыва	31,64	1,76	1,98	0,36	0,37	0,93	0,74	0,56
СФО	Республика Хакасия	37,32	2,29	1,28	0,50	0,36	0,75	0,69	0,45
СФО	Алтайский край	19,09	1,75	2,04	0,43	0,42	0,93	0,78	0,68
СФО	Забайкальский край	16,68	3,51	1,81	0,46	0,38	0,49	0,68	0,69
СФО	Красноярский край	16,32	1,83	0,79	1,34	0,39	0,95	0,76	0,55
СФО	Иркутская область	23,61	2,37	1,06	0,60	0,42	0,73	0,74	0,60
СФО	Кемеровская область	45,20	2,80	1,42	1,57	0,24	0,61	0,50	0,17
СФО	Новосибирская область	9,50	1,79	1,23	0,19	0,68	0,96	0,92	0,87
СФО	Омская область	18,13	1,63	1,46	0,32	0,52	1,00	0,84	0,73
СФО	Томская область	11,03	2,41	1,00	0,62	0,51	0,73	0,81	0,75
ДФО	Республика Саха (Якутия)	8,41	2,33	0,56	0,30	0,75	0,97	0,92	0,88
ДФО	Камчатский край	7,54	2,53	0,84	0,15	0,74	0,81	0,93	0,91
ДФО	Приморский край	13,11	4,24	1,34	0,25	0,44	0,48	0,75	0,81
ДФО	Хабаровский край	13,10	2,49	1,09	0,18	0,60	0,70	0,87	0,83
ДФО	Амурская область	16,07	3,51	1,38	0,47	0,42	0,50	0,71	0,71
ДФО	Магаданская область	7,36	1,76	0,63	0,21	0,89	1,00	0,97	0,91
ДФО	Сахалинская область	6,29	3,60	0,37	0,10	0,78	1,00	0,93	0,97
ДФО	Еврейская авт область	13,51	4,78	1,49	0,41	0,39	0,44	0,69	0,76
ДФО	Чукотский авт.округ	13,46	2,14	0,48	0,32	0,69	1,00	0,90	0,82

\* рассчитано по данным Росстата (<http://www.gks.ru>); \*\* по среднероссийским статистическим данным.

Таблица 2

## Корреляционная матрица решений

	$EI_i^{cp}$	$EI_i^{dea}$	$EI_i^{m1}$	$EI_i^{m2}$	$EI_i^{zk}$
$EI_i^{cp}$	1,00				
$EI_i^{dea}$	0,65	1,00			
$EI_i^{m1}$	0,90	0,68	1,00		
$EI_i^{m2}$	0,78	0,39	0,91	1,00	
$EI_i^{zk}$	0,73	0,34	0,88	0,96	1,00

Очевидно, что чем более удален объект от полюса (т.е. чем больше  $D_i$ ), тем выше его эффективность, а искомым интегральный показатель определяется соотношением:

$$EI_i^z = \frac{D_i}{D_i^{max}}$$

В отличие от МПГК, в указанном алгоритме возможные варианты расчета (по вариантам унификации первичных данных, использованию ковариационной или корреляционной матрицы) не оказывают значимого влияния на результаты оценки интегральных показателей.

**Результаты расчетов.** Исходные данные сравнительного анализа и результаты оценки эффективности представлены в табл. 1.

Согласованность полученных разными методами рядов интегрального показателя эффективности демонстрирует корреляционная матрица (табл. 2). Хорошо коррелируют между собой варианты решений метрических методов и среднего многомерного значения с классическим таксономическим показателем.

По вариантам использования метрических методов различия результатов связаны с выбором типа унификации первичных данных и формул метрики расстояний. Тем не менее, по выполненным вариантам получены высоко коррелированные решения в оценивании интегральных показателей и последующем ранжировании объектов. Наиболее существенное расхождение по реализованным вариантам расчета отличают результат

метода DEA. Эта методология не в полной мере отвечает задаче построения рейтинга, так как осуществляется индивидуальный подбор эталонных аналогов с учетом структурной неоднородности объектов, тем самым формируется не единичное множество эталонов, что нарушает условия сопоставимости отдельных объектов. Поэтому с целью ранжирования объектов целесообразнее использовать метод ТП или ГК + ТП, которые детальнее, чем метод СЗ, учитывают особенности вариации и корреляции признаков. А применение метода DEA будет предпочтительным в задачах оценивания эффективности с учетом технологической неоднородности сравниваемых объектов.

При выборе метода агрегирования многомерной информации важна экономическая интерпретация получаемых интегральных показателей. В случае метода СЗ, суммирование ресурсных переменных, взвешенных в соответствии с их относительными ценами, можно понимать, как условное измерение совокупных затрат, а измерение эффективности – как эффект, приходящийся на условную единицу стоимости учитываемых затрат. Поэтому использование метода СЗ будет логически оправданным в случае стоимостного измерения затрат или, замещающем таковое, взвешивании переменных. Результаты таксономического метода характеризуют взаимное расположение объектов в многомерном пространстве рассматриваемых свойств объектов. Это позво-

ляет проводить ранжирование, группировку и визуализацию результатов сопоставления, но численные значения таксономических показателей не несут такого экономического содержания как относительное измерение эффектов или потерь. Результаты DEA-моделирования, напротив, имеют вполне определенное экономическое содержание – оценивается доля эффективно используемых ресурсов, как отношении объемов ресурсов выбранного моделью эталонного объекта к фактически затрачиваемым ресурсам рассматриваемого DMU.

Для того чтобы получить аналогичные по экономическому содержанию показатели эффективности для вариантов применения метрических методов свёртки предлагается подход – выбор среднего таксономического эталона (СТЭ). По интегральным показателям методов ТП, или ГК+ТП строится рейтинг эффективности регионов, далее формируется эталонный объект: со средними показателями ресурсоемкости по данным первых 10-ти объектов наивысшего ранга. Выбор 10-объектов – не принципиален, основное требование – нивелировать влияние единичных экстремальных величин (таких, например, как исключительный экологический показатель г. Москва, см. табл. 1), при этом сформировать устойчивое решение при выборке по данным разных рейтингов. В нашем примере эталонный объект имеет параметры:  $x_1 = 7,83$ ,  $x_2 = 2,25$ ,  $x_3 = 0,81$ ,  $x_4 = 0,12$ . Найденные параметры эталонного объекта принимаются в качестве целевых для всех объектов, ресурсные переменные которых превышают эталонные, а отношение эталонное/ фактическое определяет частный коэффициент эффективности по каждому из ресурсных факторов. В случае, когда эталонная переменная ресурсоемкости

Рейтинг регионов и эффективность использования ресурсов

ФО	Регион	Ранги, по результатам методов:		Частные коэффициенты эффективности использования ресурсов, о.е.							
		СЗ	ТП	подход СТЭ				метод DEA			
				ТЭР	ОФ	ТЗ	ЭР	ТЭР	ОФ	ТЗ	ЭР
ЦФО	Москва	1	2	1,00	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
СЗФО	г.Санкт-Петербург	2	1	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ДФО	Магаданская область	3	3	1,00	1,00	1,00	0,57	1,00	1,00	1,00	1,00
ЦФО	Московская область	4	4	0,84	1,00	0,86	1,00	0,78	0,86	0,86	0,86
ДФО	Сахалинская область	5	6	1,00	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
СЗФО	Калининградская область	6	5	0,97	1,00	0,65	1,00	0,89	0,89	0,69	0,42
ДФО	Республика Саха (Якутия)	7	10	0,93	0,97	1,00	0,41	0,97	0,97	0,97	0,69
ДФО	Камчатский край	8	8	1,00	0,89	0,97	0,83	0,81	0,81	0,81	0,57
УрФО	Тюменская область без АО	9	7	0,74	1,00	0,98	0,99	0,63	0,85	0,85	0,85
ДФО	Чукотский авт. округ	10	12	0,58	1,00	1,00	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00
СФО	Новосибирская область	11	9	0,82	1,00	0,66	0,65	0,96	0,96	0,78	0,42
ЦФО	Воронежская область	12	11	0,59	1,00	0,62	1,00	0,70	0,95	0,75	0,95
ПФО	Республика Татарстан	13	13	0,62	1,00	0,80	0,70	0,65	0,79	0,79	0,79
ЦФО	Белгородская область	14	15	0,46	1,00	0,78	0,78	0,56	0,90	0,90	0,90
ЮФО	Краснодарский край	15	16	0,80	0,83	0,64	1,00	0,68	0,68	0,65	0,15
ЮФО	Ростовская область	16	14	0,72	1,00	0,52	0,91	0,85	0,85	0,63	0,61
ДФО	Хабаровский край	17	20	0,60	0,90	0,74	0,68	0,58	0,70	0,70	0,70
ЦФО	Калужская область	18	18	0,56	0,92	0,59	1,00	0,57	0,71	0,66	0,71
	<u>Российская Федерация</u>	19	27	0,60	0,85	0,78	0,49	0,57	0,66	0,66	0,66
СКФО	Республика Дагестан	20	17	0,78	0,86	0,45	1,00	0,64	0,73	0,45	0,73
ПФО	Удмуртская Республика	21	24	0,58	1,00	0,60	0,45	0,79	0,79	0,78	0,43
СЗФО	Архангельская область	22	36	0,56	0,79	1,00	0,34	0,70	0,70	0,70	0,69
СЗФО	Новгородская область	23	33	0,52	0,91	0,67	0,53	0,59	0,70	0,70	0,70
ЮФО	Республика Адыгея	24	22	0,51	1,00	0,49	1,00	0,66	0,85	0,61	0,85
ЦФО	Курская область	25	26	0,42	1,00	0,57	1,00	0,51	0,78	0,68	0,78
ЦФО	Тамбовская область	26	30	0,66	0,88	0,51	0,67	0,68	0,68	0,57	0,27
УрФО	Ямало-Ненецкий автономный округ	27	34	1,00	0,43	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00
ЦФО	Владимирская область	28	23	0,43	1,00	0,49	1,00	0,49	0,86	0,58	0,86
ПФО	Нижегородская область	29	32	0,43	0,95	0,58	0,96	0,53	0,73	0,72	0,73
ЦФО	Орловская область	30	29	0,43	1,00	0,52	1,00	0,50	0,78	0,62	0,78
ПФО	Самарская область	31	35	0,46	0,95	0,60	0,61	0,60	0,73	0,73	0,73
ПФО	Ульяновская область	32	28	0,50	1,00	0,45	1,00	0,59	0,78	0,54	0,78
СФО	Омская область	33	31	0,43	1,00	0,56	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00
СФО	Томская область	34	42	0,71	0,94	0,81	0,20	0,73	0,73	0,73	0,29
ЦФО	Ярославская область	35	41	0,44	0,86	0,61	0,66	0,50	0,66	0,66	0,66
ПФО	Пензенская область	36	38	0,60	0,82	0,43	0,93	0,63	0,63	0,49	0,40
СКФО	Ставропольский край	37	37	0,56	0,88	0,43	0,90	0,67	0,67	0,51	0,60
СФО	Республика Алтай	38	40	0,61	0,81	0,44	0,80	0,63	0,63	0,49	0,32
УрФО	Ханты-Мансийский автономный округ	39	54	0,43	0,59	1,00	0,26	0,56	0,98	0,98	0,75
ЮФО	Республика Калмыкия	40	39	0,77	0,65	0,40	1,00	0,59	0,59	0,38	0,41
ЮФО	Волгоградская область	41	50	0,47	0,81	0,52	0,56	0,59	0,62	0,62	0,62

ФО	Регион	Ранги, по результатам методов:		Частные коэффициенты эффективности использования ресурсов, о.е.							
				подход СТЭ				метод DEA			
		СЗ	ТП	ТЭР	ОФ	ТЗ	ЭР	ТЭР	ОФ	ТЗ	ЭР
ПФО	Республика Башкортостан	42	49	0,37	1,00	0,62	0,35	0,60	0,79	0,79	0,77
ЦФО	Тульская область	43	43	0,35	1,00	0,57	0,44	0,61	0,84	0,84	0,84
СКФО	Республика Северная Осетия – Алания	44	25	0,45	1,00	0,35	1,00	0,44	0,88	0,38	0,88
ПФО	Пермский край	45	52	0,37	0,77	0,73	0,43	0,35	0,61	0,61	0,61
ПФО	Саратовская область	46	46	0,46	0,83	0,47	0,72	0,61	0,63	0,59	0,63
СЗФО	Псковская область	47	44	0,60	0,88	0,40	0,53	0,68	0,68	0,47	0,31
ПФО	Республика Марий Эл	48	47	0,50	0,89	0,43	0,54	0,68	0,68	0,56	0,52
СКФО	Кабардино-Балкарская Республика	49	21	0,56	1,00	0,30	1,00	0,52	0,91	0,32	0,92
ЦФО	Брянская область	50	48	0,42	0,88	0,43	0,89	0,52	0,67	0,53	0,67
СЗФО	Ленинградская область	51	55	0,32	0,70	0,90	0,46	0,32	0,65	0,65	0,65
ПФО	Чувашская Республика	52	45	0,51	0,78	0,39	1,00	0,55	0,60	0,44	0,60
УрФО	Свердловская область	53	63	0,42	0,73	0,77	0,26	0,42	0,58	0,58	0,48
ДФО	Приморский край	54	59	0,60	0,53	0,61	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
ЦФО	Костромская область	55	53	0,49	0,86	0,44	0,39	0,66	0,66	0,57	0,36
ЦФО	Смоленская область	56	60	0,42	0,71	0,48	0,55	0,51	0,55	0,55	0,55
СЗФО	Республика Карелия	57	68	0,41	0,78	0,67	0,24	0,45	0,60	0,60	0,45
ПФО	Республика Мордовия	58	56	0,46	0,74	0,41	0,59	0,57	0,57	0,51	0,45
СКФО	Республика Ингушетия	59	19	0,63	1,00	0,25	1,00	0,53	0,93	0,25	0,94
СФО	Иркутская область	60	66	0,33	0,95	0,77	0,20	0,39	0,73	0,73	0,38
СФО	Алтайский край	61	51	0,41	1,00	0,40	0,28	0,93	0,93	0,71	0,73
ЮФО	Астраханская область	62	69	0,54	0,56	0,58	0,32	0,47	0,47	0,47	0,40
УрФО	Курганская область	63	64	0,48	0,63	0,45	0,56	0,49	0,49	0,49	0,30
ДФО	Амурская область	64	72	0,49	0,64	0,59	0,26	0,50	0,50	0,50	0,45
ЦФО	Рязанская область	65	67	0,31	0,82	0,54	0,41	0,41	0,62	0,62	0,62
ПФО	Кировская область	66	62	0,46	0,84	0,40	0,36	0,63	0,63	0,52	0,35
УрФО	Челябинская область	67	70	0,28	0,97	0,60	0,26	0,43	0,73	0,73	0,55
ЦФО	Тверская область	68	71	0,31	0,67	0,48	0,69	0,33	0,52	0,52	0,52
ЦФО	Ивановская область	69	61	0,45	0,73	0,33	0,81	0,54	0,56	0,39	0,56
СФО	Красноярский край	70	57	0,48	1,00	1,00	0,09	0,55	0,95	0,95	0,17
ДФО	Еврейская авт область	71	78	0,58	0,47	0,54	0,30	0,44	0,44	0,44	0,23
СФО	Республика Бурятия	72	77	0,45	0,74	0,41	0,26	0,56	0,56	0,51	0,20
СФО	Забайкальский край	73	79	0,47	0,64	0,45	0,26	0,49	0,49	0,49	0,15
ПФО	Оренбургская область	74	80	0,30	0,85	0,67	0,18	0,37	0,66	0,66	0,35
ЮФО	г. Севастополь	75	58	0,69	0,53	0,30	1,00	0,50	0,50	0,27	0,20
СЗФО	Мурманская область	76	81	0,35	0,51	0,91	0,22	0,53	0,53	0,53	0,50
СФО	Республика Тыва	77	65	0,25	1,00	0,41	0,33	0,57	0,93	0,74	0,88
СКФО	Карачаево-Черкесская Республика	78	73	0,29	0,83	0,35	0,52	0,44	0,63	0,47	0,63
СФО	Республика Хакасия	79	76	0,21	0,98	0,63	0,24	0,31	0,75	0,75	0,50
ЦФО	Липецкая область	80	82	0,20	0,90	0,67	0,18	0,26	0,69	0,69	0,35
СКФО	Чеченская Республика	81	75	0,26	0,80	0,28	0,96	0,30	0,61	0,33	0,61
ЮФО	Республика Крым	82	74	0,68	0,35	0,31	1,00	0,38	0,38	0,24	0,06
СЗФО	Республика Коми	83	83	0,40	0,40	1,00	0,12	0,53	0,53	0,53	0,25
СЗФО	Вологодская область	84	84	0,19	0,71	0,71	0,13	0,18	0,55	0,55	0,23
СФО	Кемеровская область	85	85	0,17	0,80	0,57	0,08	0,23	0,61	0,61	0,15

Группировка регионов РФ по уровню эффективности экономики, 2016 г.\*

Уровень эффективности экономики (диапазон интегрального показателя EI)		
высокий (0,85–1,0)	средний (0,75–0,84)	низкий (0,50–0,74)
средние признаки группы:		
$x_1 = 12,0; x_2 = 2,22; x_3 = 1,30; x_4 = 0,12$	$x_1 = 16,1; x_2 = 2,82; x_3 = 1,54; x_4 = 0,27$	$x_1 = 24,5; x_2 = 3,32; x_3 = 1,54; x_4 = 0,51$
<p>28 регионов:</p> <p>г. Санкт-Петербург Москва Магаданская область Московская область Калининградская область Сахалинская область Тюменская область без АО Камчатский край Новосибирская область Республика Саха (Якутия) (4) Воронежская область Чукотский авт. округ (4) Республика Татарстан Ростовская область Белгородская область (1) Краснодарский край Республика Дагестан (3) Калужская область Республика Ингушетия (3) Хабаровский край Кабардино-Балкарская Республика (3) Республика Адыгея (3) Владимирская область (1,3) Удмуртская Республика (4) Республика Северная Осетия – Алания (1,3) Курская область (1) Ульяновская область (1,3) Орловская область (1)</p>	<p>33 региона:</p> <p>Тамбовская область Омская область (1,4) Нижегородская область (1) Новгородская область Ямало-Ненецкий (2,4) Самарская область (1) Архангельская область (4) Ставропольский край (3) Пензенская область (3) Республика Калмыкия (3) Республика Алтай (3) Ярославская область (1) Томская область (4) Тульская область (1,4) Псковская область (3) Чувашская Республика (3) Саратовская область (1,3) Республика Марий Эл (3) Брянская область (1,3) Республика Башкортостан (1,4) Волгоградская область (1) Алтайский край (1,3,4) Пермский край (1,4) Костромская область (1,3,4) Ханты-Мансийский (1,4) Ленинградская область (1,4) Республика Мордовия (1,3) Красноярский край (1,4) г. Севастополь (3) Приморский край (4) Смоленская область (1,3) Ивановская область (1,3) Кировская область (1,3,4)</p>	<p>23 региона:</p> <p>Свердловская область (1,4) Курганская область (1,3) Республика Тыва (1,3,4) Иркутская область (1,4) Рязанская область (1,4) Республика Карелия (1,4) Астраханская область (4) Челябинская область (1,4) Тверская область (1,3) Амурская область (1,4) Карачаево-Черкесская Республика (1,3) Республика Крым (2,3) Чеченская Республика (1,3) Республика Хакасия (1,4) Республика Бурятия (1,3,4) Еврейская авт. область (2,4) Забайкальский край (1,3,4) Оренбургская область (1,4) Мурманская область (1,4) Липецкая область (1,4) Республика Коми (1,2,4) Вологодская область (1,4) Кемеровская область (1,4)</p>

\* цифрами в скобках отмечены ресурсы: 1 – энергия, 2 – фонды, 3 – труд, 4 – окружающая среда, относительная эффективность использования которых менее 0,50 (без подчеркивания) или менее 0,33 (с подчеркиванием).

больше фактической частный коэффициент эффективности принимается равным 1. Таким образом выполняется обратный переход от агрегированной оценки эффективности с использованием метрических методов к первичным частным переменным для получения соответствующей экономически содержательной меры эффективности использования каждого из ресурсов (табл. 3). Данный подход лучше детализирует ресурсные особенности эффективных экономик в отличие от метода DEA, в котором эталонные объекты по всем ресурсам имеют 100% – уровень эффективности использования.

### Группировка регионов РФ по уровню эффективности экономики

Стратегическими задачами устойчивого развития российской экономики являются рост производительности труда, повышение фондоотдачи и энергоэффективности, снижение негативного влияния на окружающую среду. Насколько актуальны каждая из этих задач в региональной проекции? Для ответа на этот вопрос выполнена группировка регионов РФ по результатам оценивания интегрального показателя эффективности с использованием метода ТП. В категорию «высокой» эффективности

включены регионы с интегральным показателем от 0,85 до 1,0; «средней» – от 0,75 до 0,84; и «низкой» – менее 0,74 (табл. 4). Дополнительно отмечены наименее эффективно используемые ресурсы, для которых частные коэффициенты относительной эффективности составляют менее 0,50 (т.е. ресурсоемкость рассматриваемого региона более чем в 2 раза превышает эталонные показатели). Последовательность в каждой выделенной категории построена в направлении снижения региональных показателей эффективности (от лучших к худшим).

К категории «высокой эффективности» отнесены 28

регионов, большинство из которых эффективны по всем четырем критериям. Группа «средне эффективных» включает 33 региона, пониженный уровень эффективности которых обусловлен одним-двумя факторами: высокой энергоемкостью, повышенными выбросами или недостаточной производительностью труда. Группу «низкой эффективности» составляют 26 регионов, проблема эффективности которых имеет комплексный характер, преимущественно энерго-экологический, причем по отдельным компонентам наблюдается критически низкие показатели эффективности. Такое «отстающее» положение заслуживает внимания и должно учитываться в процессе стратегического планирования регионального развития.

Следует остановиться на региональной дифференциации энергетической и экологической эффективности. Энергопотребление и экология являются в полной мере управляемыми факторами развития, они тесно взаимосвязаны и в стратегическом плане зависят от технологических внедрений и структурных изменений экономики. По состоянию 2016 г., из 84 субъектов РФ к энерго- и экологически эффективным относится 31 регион, девять — имеют проблемные показатели только в части экологии, при нормальном уровне энергоемкости экономики. Низкие энергетические показатели (высокая энергоемкость)

свойственны экономике 44 регионов, из которых 26 также имеют неудовлетворительные экологические характеристики — повышенные удельные ВЗВ. Наиболее критические показатели — с 3-х кратным превышением эталонных уровней ресурсоемкости, имеют 13 регионов по использованию энергии, и 22 региона — по вредным выбросам. Поэтому планы развития экономики этих регионов должны быть в первую очередь ориентированы на проекты, обеспечивающие рост энергетической и экологической эффективности.

### Заключение

В этой статье предложено оценивать дифференциацию эффективности региональной экономики с использованием интегрального показателя, учитывающего четыре компонентные характеристики производства ВРП — результативность использования трудовых ресурсов, физического капитала, топливно-энергетических ресурсов и экологического влияния.

Апробированные методы многомерного сравнительного анализа позволили провести агрегированную оценку эффективности региональной экономики по выделенным признакам, выполнять соответствующее ранжирование, выявить «отстающих» и акцентировать внимание на факторах, снижающих их позиции. Отмечены особенности при-

менения рассмотренных методов в решение поставленной задачи. Однозначных рекомендаций по выбору наиболее адекватной методики редукции частных признаков в один обобщающий показатель не получено. С целью ранжирования объектов целесообразно использовать методы таксономического показателя и главных компонент. А применение метода DEA является предпочтительным в задачах оценивания эффективности с учетом технологической неоднородности сравниваемых объектов.

Рассмотренные методы реализуют условные алгоритмы агрегирования, учитывающие те или иные особенности вариации признаков и их взаимосвязей. Поэтому рациональным видится решение подобных исследовательских задач разными доступными методами для сопоставления их результатов и получения непротиворечивых выводов.

Сравнительный анализ выполнен по четырем показателям эффективности производства ВРП, но методически их количество не ограничено и может быть увеличено. Результаты анализа представляют собой статическую характеристику региональной дифференциации эффективности (2016 г.), последующее отслеживание динамики расчетных показателей может способствовать пониманию качества экономического развития производственных систем регионов.

### Литература

1. Айвазян С.А. Эмпирический анализ синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. № 3. С. 19–53.
2. Гончаренко В.Е., Коробова В.Ф. Оценка неравномерности развития регионов РФ по социально-экономическим ресурсным составляющим // Статистика и экономика. 2019. Т. 16. № 4. С. 54–72. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-4-54-72.
3. Макаров В.Л., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М.

Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения // Экономика региона. 2014. № 4. С. 9–30.

4. Молчанова Е.В., Кручек М.М., Кибицова З.С. Построение рейтинговых оценок субъектов Российской Федерации по блокам социально-экономических показателей // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 3 (33). С. 196–208.

5. Пискун Е. И., Хохлов В.В. Экономическое развитие регионов Российской Федерации. Факторно-кластерный анализ // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 2. С. 363–376. DOI: 10.17059/2019-2-5

6. Ратнер С.В. Динамические задачи оценки эколого-экономической эффективности регионов на основе базовых моделей анализа среды функционирования // Управление большими системами. 2017. Вып. 67. С. 81–106.

7. Третьякова Е.А., Осипова М.Ю. Оценка показателей устойчивого развития регионов России // Проблемы прогнозирования. 2018. № 2. С. 24–35

8. Юдинцев А.Ю., Трошкина Г.Н. Исследование различий социально-экономического развития субъектов Российской Федерации методами многомерного анализа данных на 2017 год [Электрон. ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2018. № 6. С. 11. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35167422\\_72542092.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35167422_72542092.pdf) (Дата обращения: 20.02.2019)

9. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD, European Commission, Joint Research Centre. [Электрон. ресурс] Paris: OECD Publishing, 2008. 162 p. Режим доступа: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf> (Дата обращения: 15.04.2019).

10. Айвазян С.А., Степанов В. С., Козлова М. И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) // Прикладная эконометрика. 2006. № 2. С. 18–84.

11. Zhou P., Ang B.W., Zhou D.Q. Measuring economy-wide energy efficiency performance: A parametric frontier approach [Электрон. ресурс] // Applied Energy. 2012. vol. 90. iss.1. P.196–200. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.02.025 (Дата обращения: 17.04.2018).

12. Порунов А.Н. Оценка сравнительной эффективности государственного менеджмента экологической безопасности в регионе методом DEA-анализа (на примере Приволжского федерального округа) // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2016. № 1. С. 104–111. DOI: 10.17586/2310-1172-2016-9-1-104–111.

13. Apergis N., C.A.Goodness, P.B. Carlos, Gupta R., Wanke P. Energy efficiency of selected OECD countries: A slacks based model with undesirable outputs [Электрон. ресурс] // Energy Economics, 2015, vol.51, pp. 45–53. DOI: 10.1016/j.eneco.2015.05.022 (Дата обращения: 17.04.2018).

14. Sueyoshi T., Yuana Y., Goto M. A literature study for DEA applied to energy and environment [Электрон. ресурс] // Energy Economics/2017. vol.62/ pp.104–124. DOI: 10.1016/j.eneco.2016.11.006 (Дата обращения: 17.04.2018).

15. Zhou P., Ang B.W. Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance [Электрон. ресурс] // Energy Policy. 2008. vol. 36. iss. 8. P. 2911–2916. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508001638?via%3Dihub> (Дата обращения: 17.04.2018).

16. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании. Пер. с польск. М.: Финансы и статистика, 1989. 175 с.

17. Надтока Т. Б., Виноградов А. Г. Многомерное оценивание уровня социально-экономического развития предприятия // Бизнес Информ. 2014. № 1. С. 184–191.

18. Фадеев А.М., Череповицын А.Е., Ларичкин Ф.Д., Федосеев С.В. Оценка приоритетности разработки месторождений российской Арктики как инструмент эффективного природопользования в современных макроэкономических условиях // Энергетическая политика. 2018. № 4. С. 34–47.

19. Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. № 2. С. 33–53.

20. Жгун Т.В. Исследование формальных методов построения латентной характеристики качества систем // Вестник Новгородского государственного университета. Серия «Физико-математические науки». 2014. № 80. С. 13–19.

21. Алферьев Д.А. Применение метода главных компонент при оценке параметров научно-технического потенциала // Вопросы территориального развития. 2016. Вып. 4 (34). С. 1–9.

22. Новаковский А.Б. Взаимодействие EXCEL и статистического пакета R для обработки данных в экологии // Вестник ИБ КОМИ НЦ УрО РАН. 2016. № 3. С. 26–33.

## References

1. Ayvazyan S.A. An empirical analysis of the synthetic categories of the quality of life of the population. *Ekonomika i matematicheskiye metody = Economics and Mathematical Methods*. 2003; 39; 3: 19–53. (In Russ.)

2. Goncharenko V.Ye., Korobova V.F. Assessing the uneven development of the regions of the Russian

Federation by socio-economic resource components. *Statistika i ekonomika = Statistics and Economics*. 2019; 16; 4: 54–72. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-4-54-72. (In Russ.)

3. Makarov V.L., Ayvazyan S.A., Afanas'yev M.YU., Bakhtizin A.R., Nanavyan A.M. Evaluation of the effectiveness of the regions of the Russian Federation taking into account intellectual capital,

- characteristics of readiness for innovation, the level of well-being and quality of life of the population. *Ekonomika regiona = Economy of the region*. 2014; 4: 9–30. (In Russ.)
4. Molchanova Ye.V., Kruchek M.M., Kibisova Z.S. The construction of rating estimates of the constituent entities of the Russian Federation by blocks of socio-economic indicators. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz = Economic and social changes: facts, trends, forecast*. 2014; 3 (33): 196–208. (In Russ.)
5. Piskun Ye. I., Khokhlov V.V. Economic development of the regions of the Russian Federation. Factor-cluster analysis. *Ekonomika regiona = Economy of the region*. 2019; 15; 2: 363–376. DOI: 10.17059/2019-2-5. (In Russ.)
6. Ratner S.V. Dynamic tasks of assessing the ecological and economic efficiency of regions on the basis of basic models for analyzing the functioning environment. *Upravleniye bol'shimi sistemami = Management of large systems*. 2017; 67: 81–106. (In Russ.)
7. Tret'yakova Ye.A., Osipova M.YU. Assessment of indicators of sustainable development of Russian regions. *Problemy prognozirovaniya = Problems of forecasting*. 2018; 2: 24–35. (In Russ.)
8. Yudinsev A.YU., Troshkina G.N. The study of the differences in the socio-economic development of the constituent entities of the Russian Federation using multivariate data analysis for 2017 [Internet] *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal = Management of economic systems: electronic scientific journal*. 2018; 6: 11. Available from: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35167422\\_72542092.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35167422_72542092.pdf) (cited: 20.02.2019). (In Russ.)
9. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD, European Commission, Joint Research Centre. [Internet] Paris: OECD Publishing, 2008. 162 p. Available from: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf> (cited: 15.04.2019).
10. Ayvazyan S.A., Stepanov V.S., Kozlova M.I. Measurement of synthetic categories of quality of life for the population of the region and identification of key areas for improving socio-economic policy (for example, Samara region and its municipalities). *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*. 2006; 2: 18–84. (In Russ.)
11. Zhou P., Ang B.W., Zhou D.Q. Measuring economy-wide energy efficiency performance: A parametric frontier approach [Internet]. *Applied Energy*. 2012; 90; 1: 196–200. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.02.025 (cited: 17.04.2018)
12. Porunov A.N. Evaluation of the comparative effectiveness of state environmental safety management in the region by the DEA-analysis method (on the example of the Volga Federal District. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Ekonomika i ekologicheskii menedzhment» = Scientific journal NRU ITMO. Series «Economics and Environmental Management»*. 2016; 1: 104–111. DOI: 10.17586/2310-1172-2016-9-1-104-111. (In Russ.)
13. Apergis N., C.A.Goodness, P.B. Carlos, Gupta R., Wanke P. Energy efficiency of selected OECD countries: A slacks based model with undesirable outputs [Internet] *Energy Economics*. 2015; 51: 45–53. DOI: 10.1016/j.eneco.2015.05.022 (cited: 17.04.2018).
14. Sueyoshi T., Yuana Y., Goto M. A literature study for DEA applied to energy and environment [Internet] *Energy Economics*/ 2017. vol.62/ pp.104–124. DOI: 10.1016/j.eneco.2016.11.006 (cited: 17.04.2018).
15. Zhou P., Ang B.W. Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance [Internet] *Energy Policy*. 2008; 36; 8: 2911–2916. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508001638?via%3Dihub> (cited: 17.04.2018).
16. Plyuta V. Sravnitel'nyy mnogomernyy analiz v ekonometricheskom modelirovanii. *Per. s pol'sk = Comparative multivariate analysis in econometric modeling. Tr. from polish*. Moscow: Finance and Statistics; 1989. 175 p. (In Russ.)
17. Nadtoka T.B., Vinogradov A.G. Multidimensional estimation of the level of socio-economic development of an enterprise. *Biznes Inform = Business Inform*. 2014; 1: 184–191. (In Russ.)
18. Fadeyev A.M., Cherepovitsyn A.Ye., Larichkin F.D., Fedoseyev S.V. Assessing the priority of developing deposits in the Russian Arctic as a tool for effective environmental management in modern macroeconomic conditions. *Energeticheskaya politika = Energy Policy*. 2018; 4: 34–47. (In Russ.)
19. Ayvazyan S.A. On the methodology of measuring synthetic categories of the quality of life of the population. *Ekonomika i matematicheskiye metody = Economics and Mathematical Methods*. 2003; 39; 2: 33–53. (In Russ.)
20. Zhgun T.V. The study of formal methods for constructing latent characteristics of the quality of systems. *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Fiziko-matematicheskiye nauki» = Bulletin of Novgorod State University. Series «Physics and Mathematics»*. 2014; 80: 13–19. (In Russ.)
21. Alfer'yev D.A. Application of the method of principal components in assessing the parameters of scientific and technological potential. *Voprosy territorial'nogo razvitiya = Issues of territorial development*. 2016; 4 (34): 1–9. (In Russ.)
22. Novakovskiy A.B. Interaction of EXCEL and statistical package R for data processing in ecology. *Vestnik IB KOMI NTS UrO RAN = Bulletin of Information Security Institute of Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2016; 3: 26–33. (In Russ.)

**Сведения об авторе**

**Лариса Викторовна Чайка**

к.э.н., доцент, старший научный сотрудник  
Институт социально-экономических и  
энергетических проблем Севера Коми научного  
центра УрО РАН,  
Сыктывкар, Россия  
Эл.почта: [chayka@energy.komisc.ru](mailto:chayka@energy.komisc.ru)

**Information about the author**

**Larisa V. Chaika**

Cand. Sci. (Economics), Senior Researcher,  
Institute of Socio-Economic and Energy Problems of  
the North, Komi Science Center, Ural Branch of the  
Russian Academy of Sciences  
Syktyvkar, Russia  
E-mail: [chayka@energy.komisc.ru](mailto:chayka@energy.komisc.ru)