Для цитирования: 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

УДК 332.146

JEL: O18, O47, C 38

Е. И. Пискун, В. В. Хохлов

Севастопольский государственный университет (Севастополь, Российская Федерация; e-mail: lenapiskun@mail.ru)

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ФАКТОРНО-КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ¹

Экономика Российской Федерации характеризуется наличием дисбалансов в социально-экономическом развитии ее регионов. Для оценки локальных региональных дисбалансов используются, наряду с методами анализа конвергенции, методы многомерной классификации: методы факторного анализа, кластерного анализа, дискриминантного анализа, методы таксономии. В статье с целью кластеризации регионов Российской Федерации предлагается использовать эксплораторный факторный анализ. Данный метод позволяет провести процедуру идентификации классификационных структур в случаях, когда число объектов классификации велико и каждый из них описывается десятками переменных. Проводится проверка гипотезы о том, что каждый регион в определенный момент времени или за период времени описывается некоторым набором взаимосвязанных переменных. Эта взаимосвязь осуществляется посредством эксплораторных факторов, заставляющих переменные взаимодействовать определенным образом, что и описывается моделью эксплораторного факторного анализа. Анализ проводился на основе официальной статистики Росстата за период 2014–2016 гг., который характеризуется изменениями в пространственной организации России в связи с включением двух субъектов — города Севастополя и Республики Крым. В результате проведенных расчетов выявлены три эксплораторных фактора: первый благоприятствует использованию природных ресурсов для формирования валового регионального продукта, второй фактор интерпретируется как фактор, не способствующий экономическому росту, третий свидетельствует о необходимости развития деятельности, не связанной с природными ресурсами. Выделено восемь экономических кластеров субъектов трех федеральных округов и определен характер влияния эксплораторных факторов. Результаты данного исследования могут быть учтены органами государственной власти при проведении сравнительного анализа экономического развития субъектов Российской Федерации, разработке федеральных целевых программ, формировании стратегии развития как страны в целом, так и отдельных ее субъектов.

Ключевые слова: экономическое развитие региона, факторно-кластерный анализ, дисбалансы развития, валовой региональный продукт, экономические кластеры, субъекты Российской Федерации, уровень развития, эксплораторные факторы, методы оценки, модель

Введение

Социально-экономическое развитие регионов характеризуется наличием дисбалансов, обусловленных наличием определенных видов ресурсов и эффективностью их использования в соответствии с региональной политикой на государственном и местном уровнях. Основной целью реализации государственной программы «Региональная политика и федеративные отношения» признается сокращение дифференциации субъектов РФ по темпам роста показателей экономического развития. В Договоре о создании Европейского сообщества указывается, что политика сплочения должна

«способствовать экономическому и социальному прогрессу, а также высокому уровню занятости и достижению сбалансированного и устойчивого развития» за счет поощрения условий роста и сокращения неравенства между уровнями развития регионов ЕС и государствами-членами [1].

Исследования в области сближения уровней развития регионов активно ведутся как в России [2–4], так и за рубежом [5, 6], они направлены на выявление тенденций и условий роста, сокращения неравенства между уровнями развития регионов. Достаточно часто анализ основывается на концепциях σ -конвергенции и β -конвергенции, которые признаются взаимосвязанными и взаимозависимыми, но не идентичными. Модель Барро

¹ © Пискун Е. И., Хохлов В. В. Текст. 2019.

и Сала-и-Мартина, учитывающая ВРП на душу населения в различные периоды времени, процентное сокращение разрывов, темпы экономического роста, говорит о наличии безусловной β -конвергенции, которая состоит в том, что в долгосрочном периоде регионы приходят к единой для всех траектории пропорционального роста [7]. Результаты расчета σ -конвергенции отражают направление снижения в разрыве показателей регионального развития; β -конвергенции — тенденцию выравнивания уровней развития регионов за счет существенного роста темпов роста экономики регионов-аутсайдеров по сравнению с регионами-лидерами. Случайные шоки, оказывающие влияние на экономику регионов, могут вносить отрицательные коррективы, временно увеличивая дисперсию распределения ВРП (σ -дивергенцию) [8, с. 34]. Влияние межрегионального взаимодействия на процессы схождения исследуется в модели пространственного лага минимально условной конвергенции [2], что дает возможность проверить значимость пространственных внешних эффектов, которые вызваны темпами роста соседних регионов.

Несомненным достоинством работ, посвященных проблеме оценки дисбалансов регионального развития на основе концепций конвергенции, является возможность проверки гипотезы о сходимости уровней регионального развития в долгосрочной перспективе, устойчивости кластерных образований регионов и их динамических характеристиках, влиянии пространственного лага на темп сходимости к траектории равновесного роста.

Для оценки региональных дисбалансов используются, наряду с рассмотренными выше методами анализа конвергенции, методы многомерной классификации: методы факторного анализа, кластерного анализа, дискриминантного анализа, методы таксономии.

Вопросы кластеризации регионов по различным классификационным признакам важны не только с позиции констатации фактов, но и, что особенно важно, с позиции планирования и прогнозирования регионального развития, а также учета полученных характеристик в разрабатываемых федеральных программах по сокращению различий в социально-экономическом развитии регионов РФ. Потребность разработки и реализации подобных программ крайне высока для решения проблем поляризации [9, 10], конвергенции (дивергенции) [11] регионов. Она также сопряжена с рядом нерешенных вопросов, кото-

рые, в частности, поднимает Б.Л. Лавровский [12], таких как интуитивность представлений о региональном развитии, несоответствие целевых показателей и способов их достижения, отсутствие учета конкретных показателей сокращения дифференциации по темпам роста экономического развития, неопределенность ответственных структур за реализацию уже принятых ФЦП и соответствующих подпрограмм.

В зарубежных исследованиях термин «региональный кластер» ввел М. Энрайт [13], проводивший в дальнейшем их классификацию [14] и определивший, что конкурентные преимущества страны создаются на определенных ее территориях совокупностью связанных производственной цепочкой компаний.

В работах [15, 16] при оценке производственного потенциала и эффективности регионов РФ сгруппированы с учетом и без учета интеллектуального капитала [15], наличия трудовых ресурсов и основного капитала [16], что позволяет значительно повысить дифференциацию оценок их технической эффективности. Кластеризация регионов осуществляется авторами в зависимости от области и целей их исследований, с использованием различных подходов, методов и процедур. Так, при группировке регионов по уровню инновационно-инвестиционного потенциала использовались методы кластерного анализа [17], по уровню развития производства, внутреннего рынка, финансовой сферы, качества жизни населения, формирования приоритетов инвестиционных проектов — метод аддитивной свертки [18], по бюджетной устойчивости — методы факторного анализа, дискриминантный анализ [19], по уровню инновационного потенциала, выявления факторов роста — методы расщепления смеси вероятностных распределений [20], по экономической активности, концентрации капитала в банковском секторе, выявления дисбалансов в развитии реального и финансового секторов экономики региона — методы кластерного анализа [21], по степени межрегиональной социально-экономической дифференциации — рейтинговые и ранговые методы комплексных оценок [22].

Согласно концепции поляризованного развития, в качестве полюсов роста выделяются определенные отрасли народного хозяйства, которые фактически формируют экономику региона и обеспечивают ее рост. Лидирующие пропульсивные отрасли способны к самостоятельному развитию в течение длительного периода времени, передавать положитель-

ные импульсы другим сферам экономической жизни региона. Именно поэтому в данном исследовании предпринята попытка кластеризации отдельных регионов с учетом данных по отраслям экономики и их вклада в ВРП.

Методика и методы исследования

Математические инструменты, позволяющие провести качественную классификацию любых объектов, ограничены достаточно узким кругом методов, которые различаются по двум признакам: по способу задания показателя качества классификации и по способу объединения объектов в классы. Эти способы дают следующий набор алгоритмов классификации: эвристические, оптимизационные, дивизимные, агломеративные и итеративные.

Основанием эвристических алгоритмов служит опыт и интуиция исследователя. Как правило, в этих алгоритмах показатель качества, подлежащий максимизации, не задается в явном виде, а процедуры классификации должны быть рациональными с логической точки зрения.

В оптимизационных процедурах показатель качества является критерием принятия окончательного классификационного решения, при котором его численное значение достигает экстремума на некотором множестве допустимых разбиений объектов на классы. Поиск экстремума осуществляется путем перебора, при этом допустимые разбиения являются следствием ограничений на типы исходных данных.

В свою очередь, большая часть оптимизационных процедур различается по характеру поиска экстремума и подразделяется на дивизимные и агломеративные алгоритмы. Дивизимные процедуры позволяют выявить оптимальное разбиение при делении всей совокупности объектов сначала на два класса, затем на три и т. д. Агломеративные процедуры на первом этапе насчитывают столько классов, сколько объектов во всей совокупности. И затем последовательным объединением таких классов осуществляется поиск экстремума показателя качества разбиения.

Как дивизимные, так и агломеративные алгоритмы осуществляют поиск решения последовательными шагами — итерациями. Однако под итерационными алгоритмами в задачах классификации понимаются процедуры, в ходе которых могут быть последовательно меняться условия разбиения на классы. Наиболее известный и широко применяемый итерационный алгоритм — метод k -средних.

Итерационные методы, в отличие от дивизимных и агломеративных, могут привести к образованию пересекающихся групп, когда один объект может одновременно входить в две группы.

Все перечисленные методы могут считаться алгоритмами кластерного анализа, если в основе классификации лежат многомерные наблюдения, каждое из которых является фиксацией в определенный момент значений некоторого набора переменных — характеристик объектов исследования.

Кластерный анализ — это совокупность методов, позволяющих классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором исходных переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$ [23, с. 10].

Основная особенность кластерного анализа состоит в том, что он позволяет сформировать группы (кластеры) с учетом всех квалификационных признаков одновременно. Различия между методами кластерного анализа определяются как показателями сходства между объектами, так и процедурами разбиения объектов на кластеры на основе меры сходства.

В качестве мер близости объектов используются следующие показатели:

- линейные коэффициенты корреляции;
- коэффициенты ранговой корреляции;
- коэффициенты контингенции;
- коэффициенты множественной корреляции;
- коэффициенты типа расстояний;
- коэффициенты ассоциативности;
- так называемые коэффициенты расового сходства (введенные Пирсоном в 1926 г.);
- матрица обобщенных расстояний Махаланобиса;
- нормированная метрика Минковского.

На основе показателя сходства составляется матрица попарных значений меры близости объектов. В результате анализа этой матрицы вся совокупность объектов разбивается на непесекающиеся кластеры.

Если анализируется небольшая по объему совокупность объектов (не более десяти), то, как правило, процедура классификации может быть проведена довольно просто, практически вручную. Однако если число объектов классификации велико и каждый из них описывается десятками переменных, то процедура идентификации классификационных структур не может быть произведена без соответствующего вычислительного метода. Эксплораторный факторный анализ позволяет создать такой метод.

Эксплораторный факторный анализ основан на следующей идее. Каждый объект для определенного момента времени или за определенный период времени описывается некоторым набором переменных. Все эти переменные в большей или меньшей мере взаимосвязаны. И эта взаимосвязь происходит посредством эксплораторных факторов, заставляющих переменные взаимодействовать наблюдаемым образом, что описывается моделью эксплораторного факторного анализа:

$$Z = FA^T + U, \quad (1)$$

где Z — матрица нормированных значений характеристик всех объектов; F — матрица значений эксплораторных факторов для каждого объекта; A — матрица факторных нагрузок, (T — знак транспонирования); U — матрица случайных отклонений.

Нормирование фиксируемых значений характеристик объектов, составляющих матрицу X , необходимо для решения проблемы сопоставимости различных характеристик объекта, как правило, измеряемых в различных физических шкалах.

Матрица попарных корреляций характеристик объектов, равная

$$R = Z^T Z, \quad (2)$$

объясняется эксплораторными факторами на основании (1):

$$R = AF^T FA^T + AF^T U + U^T FA^T + U^T U. \quad (3)$$

Если от (3) взять математическое ожидание, а также учесть, что эксплораторные факторы ортогональны, то есть $F^T F = I$ (I — единичная матрица), и математическое ожидание случайных отклонений равно нулю $E\{U\} = 0$ ($E\{\cdot\}$ — знак операции взятия математического ожидания), то получим основную теорему эксплораторного факторного анализа:

$$P = AA^T + D^2, \quad (4)$$

где $P = E\{R\}$ — истинное значение матрицы парных корреляций, то есть математическое ожидание выборочной матрицы корреляций; $D^2 = E\{U^T U\}$ диагональная матрица корреляций случайных отклонений U , которая называется матрицей характеристик [24].

Основной проблемой эксплораторного факторного анализа является получение такой матрицы факторных нагрузок, которая воспроизводила бы выборочную корреляционную матрицу, то есть соответствовала теореме (4) с точностью до элементов на главной диагонали матрицы:

$$R = AA^T. \quad (5)$$

Оценка такой матрицы факторных нагрузок может быть получена методом максимального правдоподобия, т. е. при поиске максимума функции правдоподобия, на которую наложено ограничение (5). Эта функция представляет собой функцию Уишарта — функцию совместного распределения элементов выборочной корреляционной матрицы [25, с. 54]. Поскольку логарифм и сама функция имеют экстремум в одной и той же точке, то функция правдоподобия имеет вид:

$$g = \ln |P| + tr\{P^{-1} R\} + tr\{\Lambda(AA^T - R)\}, \quad (6)$$

где tr — «след» матрицы, то есть сумма диагональных элементов матрицы; Λ — матрица коэффициентов Лагранжа для учета наложенного ограничения (5).

Для поиска максимума функции (6) вычисляются производные по неизвестным матрицам A и Λ , после чего составляется система двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} P^{-1}A - P^{-1}RP^{-1}A + \Lambda A = 0; \\ AA^T - R = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Ее решение имеет вид

$$\begin{cases} \Lambda = P^{-1}RP^{-1} - P^{-1}; \\ A = RP^{-1}A. \end{cases} \quad (8)$$

Вторая формула в (8) выражает саму матрицу факторных нагрузок через себя, что является основанием итерационной процедуры получения максимально правдоподобной оценки факторных нагрузок, воспроизводящих матрицу выборочных корреляций:

$$A_{i+1} = R(A_i A_i^T + D_i^2)^{-1} A_i, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (9)$$

В (9) должна быть задана некоторая матрица начального приближения A_0 . Она может быть любой, но в ее качестве удобно выбирать m первых собственных вектора матрицы R . m — число эксплораторных факторов, которое равно числу собственных значений матрицы R , больших единицы [24, с. 87]. В (9) элементы матрицы D_i^2 равны дополнениям диагональных элементов матрицы $A_i A_i^T$ до единицы.

После того как оценена матрица факторных нагрузок, эксплораторные факторы подлежат идентификации. Для этого среди факторных нагрузок на каждую отдельную переменную определяется наибольшая нагрузка по абсолютному значению. Таким образом формируется список переменных, которых данный фактор нагружает в наибольшей мере. Эта информация и служит основой для распознания

природы эксплораторного фактора и его идентификации. И если количество кластеров положить равным числу факторов, то кластерная классификация на этом этапе может считаться завершённой. Но такая классификация будет касаться переменных, характеризующих объекты, и сами объекты окажутся вне классификации. Кластер в таком случае будет определяться особенностями эксплораторного фактора.

Однако для проведения группировки самих объектов необходим вариант классификации по численным значениям эксплораторных факторов для каждого объекта исследования. Для этого должны быть получены оценки величин факторов. Поскольку эксплораторные факторы являются ортогональными, то есть полностью независимыми причинами особенностей совокупности объектов исследования, то они должны удовлетворять условию

$$F^T F = I, \quad (10)$$

которое упоминалось выше. Большинство методов получения оценок значений факторов не дают выполнение условия (10). Однако одним из авторов была получена несмещенная оценка значений факторов, удовлетворяющая (10). Она имеет вид [25, с. 71]

$$F = ZA(A^T Z^T ZA)^{-1/2}. \quad (11)$$

Критерием принадлежности объекта исследования к тому или иному кластеру является комбинация значений эксплораторных факторов.

Величина фактора принимает значения от -1 до $+1$, поскольку она нормирована, как и величины в матрице Z нормированных значений исходных характеристик объектов. Таким образом, значение эксплораторного фактора для данного объекта классификации либо положительно, либо отрицательно. Поэтому каждый отдельный фактор оказывает либо положительное, либо отрицательное влияние. Значит, число уровней значений факторов следует положить равным 2. Все возможные комбинации этих влияний дают уникальные характеристики возможных кластеров. Число таких комбинаций для m эксплораторных факторов, т. е. число кластеров, равно

$$k = 2^m. \quad (12)$$

Следовательно, если в качестве метода кластерного анализа использовать алгоритмы эксплораторной факторной модели, то число потенциально возможных кластеров определяется по выражению (12) до проведения классификационных процедур.

Модели и полученные результаты

К 2015 г. в Российской Федерации сформировано 85 субъектов, но из них только десять не нуждаются в государственных дотациях. Для каждого дотационного региона разрабатываются собственные программы достижения такого экономического состояния, при котором жизненно важные региональные расходы будут осуществляться за счет собственных средств. При этом выделение однотипных групп дотационных субъектов позволит выявить характерные особенности каждой группы и будет способствовать выработке оптимальной стратегии экономического развития, то есть стратегии, при которой определена очередность решения практических задач, позволяющая для определенного инвестиционного ресурса получить наибольший темп роста внутреннего регионального продукта. Причем инвестиционные проекты в однотипных регионах должны обладать максимальной степенью схожести, чтобы причины отставания отдельных регионов были наиболее очевидны на фоне лидирующих регионов.

Эксплораторному факторному анализу были подвергнуты данные Федеральной службы государственной статистики за период 2014–2016 гг. о внутреннем региональном продукте по трем федеральным округам: Южному, Северо-Западному и Центральному. Рассматривались все разделы, составляющие внутренний региональный продукт в отраслевом разрезе, за исключением раздела P «Деятельность домашних хозяйств» из-за его нулевых величин по всем субъектам¹.

Оценена выборочная корреляционная матрица, найдены ее собственные вектора и собственные значения. Число собственных значений, больших единицы, оказалось равным 3, то есть число эксплораторных факторов, объясняющих корреляции между разделами валового регионального продукта по субъектам трех федеральных округов, равно трем. Полученные максимально правдоподобные оценки матрицы факторных нагрузок приведены в таблице 1.

В каждой строке определено наибольшее значение факторной нагрузки для каждого раздела (в таблице 1 — это ячейки, в которых значения выделены полужирным шрифтом). Оказалось, что первый эксплораторный фактор в наибольшей степени нагружает первые

¹ Федеральная служба государственной статистики, Национальные счета [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/# (дата обращения: 01.03.2018).

Таблица 1

Величины факторных нагрузок на разделы валового регионального продукта, 2014–2016 гг.

Раздел	Название	F_1	F_2	F_3
A	Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	0,637	-0,168	-0,078
B	Рыболовство, рыбоводство	0,360	-0,007	-0,067
C	Добыча полезных ископаемых	0,600	-0,026	-0,100
D	Обрабатывающие производства	-0,037	-0,163	0,971
E	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	-0,027	-0,044	0,993
F	Строительство	-0,225	-0,152	0,940
G	Оптовая и розничная торговля; ремонт	-0,012	0,01	0,999
H	Гостиницы и рестораны	-0,376	-0,177	0,909
I	Транспорт и связь	-0,159	-0,078	0,978
J	Финансовая деятельность	0,022	0,107	0,994
K	Операции с недвижимым имуществом, аренда	0,017	0,004	0,999
L	Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	-0,058	-0,022	0,993
M	Образование	-0,097	-0,227	0,968
N	Здравоохранение и предоставление социальных услуг	-0,101	-0,226	0,968
O	Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	-0,079	-0,061	0,994

Таблица 2

Величины эксплораторных факторов субъектов трех федеральных округов, 2015 г.

Регион	Эксплораторный фактор		
	F_1	F_2	F_3
<i>Южный федеральный округ</i>			
Республика Адыгея	0,062	0,128	-0,046
Республика Калмыкия	0,054	0,145	-0,048
Республика Крым	-0,012	0,066	-0,04
Краснодарский край	-0,695	-0,212	0,026
Астраханская область	0,076	-0,021	-0,043
Волгоградская область	-0,123	-0,075	-0,036
Ростовская область	-0,329	-0,099	-0,017
г. Севастополь	0,085	0,138	-0,044
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>			
Республика Карелия	0,091	0,074	-0,037
Республика Коми	0,221	-0,266	-0,044
Архангельская область	0,156	-0,25	-0,04
в т. ч. Ненецкий автономный округ	0,187	-0,097	-0,057
Архангельская область без авт. округа	0,062	0,003	-0,03
Вологодская область	0,064	0,04	-0,024
Калининградская область	0,055	0,059	-0,035
Ленинградская область	-0,061	-0,015	-0,012
Мурманская область	0,085	-0,034	-0,038
Новгородская область	0,054	0,074	-0,039
Псковская область	0,06	0,123	-0,041
г. Санкт-Петербург	0,23	-0,631	0,15
<i>Центральный федеральный округ</i>			
Белгородская область	-0,242	-0,038	-0,059
Брянская область	-0,022	0,109	-0,041
Владимирская область	0,049	0,06	-0,03
Воронежская область	-0,245	0,035	-0,034

Окончание табл. 2 на след. стр

Окончание табл. 2

Регион	Эксплораторный фактор		
	F_1	F_2	F_3
Ивановская область	0,082	0,104	-0,037
Калужская область	0,041	0,049	-0,036
Костромская область	0,059	0,114	-0,04
Курская область	-0,047	0,048	-0,046
Липецкая область	-0,037	0,025	-0,039
Московская область	-0,035	-0,402	0,155
Орловская область	-0,013	0,104	-0,046
Рязанская область	0,028	0,071	-0,036
Смоленская область	0,06	0,098	-0,033
Тамбовская область	-0,161	0,126	-0,051
Тверская область	0,041	0,083	-0,026
Тульская область	0,045	0,009	-0,03
Ярославская область	0,059	0,041	-0,025
г. Москва	0,013	0,213	0,949

Таблица 3

Возможные экономические кластеры субъектов трех федеральных округов

Знак эксплораторных факторов			Кластер	Характер влияния факторов
+	+	+	К3	При позитивном влиянии производственного и природного факторов имеет место сдерживание развития региона. Регион на пике своего развития, но вскоре начнется спад
+	+	-	К6	Позитивно влияет лишь природный фактор, отставание в производственной сфере, общие тенденции в развитии негативны
+	-	+	К1	Идеальное сочетание влияний факторов на регион. Регион динамично и пропорционально развивается
+	-	-	К4	Негативно влияет производственный фактор. Отставание в производственной сфере, но общая позитивная тенденция в развитии
-	+	+	К8	Позитивно влияет лишь производственный фактор при общей негативной тенденции в развитии
-	+	-	К7	Полностью депрессивный регион
-	-	+	К2	Только природный фактор сдерживает развитие региона, большие перспективы при повышении эффективности использования природных ресурсов
-	-	-	К5	Депрессивное состояние региона, но намечаются тенденции к развитию.

три раздела, то есть благоприятствует использованию природных ресурсов для формирования регионального продукта. Третий фактор, напротив, благоприятствует деятельности, напрямую не связанной с природной средой. Вторым фактором оказался «вырожденным», то есть существенно не нагружающим какой-либо вид деятельности, и, к тому же, имеющим преимущественно отрицательные нагрузки. Таким образом, второй фактор может быть интерпретирован как фактор, не благоприятствующий развитию регионов.

В итоге факторный анализ позволил выделить следующие эксплораторные факторы:

F_1 — природный фактор;

F_2 — фактор сдерживания развития экономики региона;

F_3 — производственный фактор.

Оценки значений самих эксплораторных факторов приведены в таблице 2. Знак величины фактора определяет характер влияния данного фактора на экономику региона. Для первого и третьего факторов знак «плюс» означает положительное влияние, но знак минус второго фактора говорит о том, что в данном регионе преобладают позитивные тенденции в развитии экономики региона.

Число кластеров определяется по выражению (11), то есть число возможных кластеров составляет $2^3 = 8$.

В таблице 3 представлены возможные кластеры и их интерпретация.

Для 38 субъектов трех федеральных округов была выявлена принадлежность к семи

из восьми возможных кластеров, указанных в таблице 4. Ранжирование кластеров выполнено в соответствии с позитивностью сочетания эксплораторных факторов на экономическое состояние региона от самого успешного до самого депрессивного.

По итогам 2015 г. в самом благоприятном положении — Санкт-Петербург. У Москвы самое высокое значение производственного фактора (0,949), по этому значению можно

Таблица 4

Состав региональных экономических кластеров, 2015 г.

Кластер (уровни 3 факторов)	Регион
K1(+ - +)	г. Санкт-Петербург
K2(- - +)	Краснодарский край
	Московская область
K3(+ + +)	г. Москва
K4(+ - -)	Астраханская область
	Республика Коми
	Архангельская область
	Ненецкий автономный округ
K5(- - -)	Мурманская область
	Волгоградская область
	Ростовская область
	Ленинградская область
K6(+ + -)	Белгородская область
	Республика Адыгея
	Республика Калмыкия
	г. Севастополь
	Республика Карелия
	Архангельская область без авт. округа
	Вологодская область
	Калининградская область
	Новгородская область
	Псковская область
	Владимирская область
	Ивановская область
	Калужская область
	Костромская область
	Рязанская область
	Смоленская область
	Тверская область
Тульская область	
Ярославская область	
K7(- + -)	Республика Крым
	Брянская область
	Воронежская область
	Курская область
	Липецкая область
	Орловская область
	Тамбовская область

утверждать, что экономика Москвы определяет производственный потенциал в трех федеральных округах. Однако в столице имеет место сдерживание общего развития экономики.

В 2015 г. Севастополь вошел в самый большой по численности кластер, но этот кластер составляют не самые успешные регионы. Республика Крым оказалась среди самых депрессивных регионов в трех федеральных округах.

Для новых субъектов Российской Федерации 2015 г. является наиболее показательным, поскольку до конца ноября 2015 г. экономическая ситуация характеризовалась относительной стабильностью и отсутствием внешних потрясений. В 2014 г. Республика Крым и город Севастополь входили в законодательное поле РФ, а также устанавливались новые правила в предпринимательстве (для указанных субъектов), что нашло свое отражение в экономических показателях. В конце 2015 г., благодаря экстремистским действиям со стороны Украины, Республика Крым и город Севастополь испытывали серьезные перебои электроснабжения, только к середине мая 2016 г. энергообеспечение было полностью восстановлено, то есть практически полгода экономика новых субъектов Федерации работала в условиях дефицита электроэнергии. Но несмотря на дефицит одного из самых важных ресурсов, валовой региональный продукт вырос: в Республике Крым с 265 970,6 млн руб. в 2015 г. до 315 918,5 млн руб. в 2016 г.; в городе Севастополе с 48 663,3 млн руб. в 2015 г. до 64 163,2 млн руб. в 2016 г. То есть на 18,8 % в Республике Крым, и на 32,9 % — в городе Севастополе.

Эксплораторный факторный анализ данных Федеральной службы государственной статистики за 2014 и 2016 гг. о внутреннем региональном продукте по трем федеральным округам — Южному, Северо-Западному и Центральному¹ — дал аналогичные результаты. Выявлены три эксплораторных фактора и установлены экономические кластеры, как и для 2015 г. Оценки значений эксплораторных факторов приведены в таблице 5.

По итогам трех лет можно указать динамику переходов субъектов трех федеральных округов из кластера в кластер. Принадлежность

¹ Федеральная служба государственной статистики. Национальные счета [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/# (дата обращения: 05.03.2018).

Таблица 5

Величины эксплораторных факторов субъектов трех федеральных округов, 2014 и 2016 гг.

Регион	Величина эксплораторных факторов, по годам					
	2014			2016		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
<i>Южный федеральный округ</i>						
Республика Адыгея	-0,032	-0,081	-0,063	0,111	-0,015	-0,059
Республика Калмыкия	-0,033	-0,079	-0,066	0,109	0,008	-0,058
Республика Крым	-0,053	-0,041	-0,05	0,023	0,018	-0,036
Краснодарский край	-0,066	-0,039	0,112	-0,694	-0,301	0,1
Астраханская область	-0,036	0,169	-0,042	0,056	0,126	-0,026
Волгоградская область	-0,081	0,048	-0,012	-0,142	0,03	-0,026
Ростовская область	-0,062	-0,051	0,02	-0,32	0,09	0,015
г. Севастополь	-0,023	-0,082	-0,066	0,134	-0,011	-0,056
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>						
Республика Карелия	0,061	-0,004	-0,052	0,1	0,013	-0,045
Республика Коми	-0,102	0,572	-0,026	0,049	0,164	-0,012
Архангельская область	0,197	0,475	-0,026	-0,002	0,235	0,004
в т. ч. Ненецкий АО	-0,049	0,471	-0,058	0,105	0,235	-0,024
Архангельская область без авт. округа	0,223	-0,078	-0,038	0,045	-0,014	-0,035
Вологодская область	-0,035	-0,082	-0,036	0,054	-0,091	-0,047
Калининградская область	0,086	-0,053	-0,045	0,078	-0,012	-0,04
Ленинградская область	-0,036	-0,065	-0,01	-0,039	-0,081	-0,018
Мурманская область	0,9	-0,024	-0,051	0,079	0,232	0
Новгородская область	-0,035	-0,079	-0,051	0,081	-0,047	-0,053
Псковская область	-0,027	-0,081	-0,057	0,104	-0,014	-0,053
г. Санкт-Петербург	-0,017	-0,011	0,173	-0,247	-0,591	0,102
<i>Центральный федеральный округ</i>						
Белгородская область	-0,129	0,221	-0,027	-0,192	0,201	-0,013
Брянская область	-0,041	-0,082	-0,048	0,025	0,024	-0,044
Владимирская область	-0,038	-0,073	-0,04	0,072	-0,081	-0,049
Воронежская область	-0,08	-0,066	-0,013	-0,15	0,07	-0,014
Ивановская область	-0,029	-0,08	-0,053	0,115	-0,043	-0,055
Калужская область	-0,039	-0,077	-0,042	0,061	-0,085	-0,053
Костромская область	-0,033	-0,082	-0,055	0,109	-0,022	-0,053
Курская область	-0,067	0,027	-0,043	-0,011	0,071	-0,035
Липецкая область	-0,052	-0,072	-0,038	-0,019	-0,061	-0,051
Московская область	-0,053	-0,044	0,177	-0,254	-0,473	0,097
Орловская область	-0,042	-0,082	-0,054	0,045	0,004	-0,051
Рязанская область	-0,04	-0,078	-0,045	0,065	-0,05	-0,049
Смоленская область	-0,033	-0,078	-0,047	0,099	-0,038	-0,048
Тамбовская область	-0,059	-0,083	-0,047	-0,023	0,064	-0,04
Тверская область	-0,024	-0,081	-0,037	0,08	-0,028	-0,038
Тульская область	-0,029	-0,076	-0,036	0,025	-0,108	-0,05
Ярославская область	-0,034	-0,079	-0,034	0,064	-0,08	-0,043
г. Москва	0,04	0,001	0,927	0,206	0,059	0,955

субъектов к различным экономическим кластерам отражена в таблице 6.

На протяжении трех лет стабильность в развитии показывают субъекты, принадлежащие к первым двум кластерам К1 и К2.

Это Санкт-Петербург, Московская область и Краснодарский край. Москва стабильно сохраняет приоритет в экономическом доминировании, но на протяжении трех лет сохраняются тенденции в сдерживании развития.

Таблица 6

Принадлежность субъектов трех федеральных округов к экономическим кластерам, 2014–2016 гг.

Регион	Кластер, по годам		
	2014	2015	2016
<i>Южный федеральный округ</i>			
Республика Адыгея	К5	К6	К4
Республика Калмыкия	К5	К6	К6
Республика Крым	К5	К7	К6
Краснодарский край	К2	К2	К2
Астраханская область	К7	К4	К6
Волгоградская область	К7	К5	К7
Ростовская область	К2	К5	К8
г. Севастополь	К5	К6	К4
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>			
Республика Карелия	К4	К6	К6
Республика Коми	К7	К4	К6
Архангельская область	К6	К4	К8
в т. ч. Ненецкий АО	К7	К4	К6
Архангельская область без АО	К4	К6	К4
Вологодская область	К5	К6	К4
Калининградская область	К4	К6	К4
Ленинградская область	К5	К5	К5
Мурманская область	К4	К4	К3
Новгородская область	К5	К6	К4
Псковская область	К5	К6	К4
г. Санкт-Петербург	К2	К1	К2
<i>Центральный федеральный округ</i>			
Белгородская область	К7	К5	К7
Брянская область	К5	К7	К6
Владимирская область	К5	К6	К4
Воронежская область	К5	К7	К7
Ивановская область	К5	К6	К4
Калужская область	К5	К6	К4
Костромская область	К5	К6	К4
Курская область	К7	К7	К7
Липецкая область	К5	К7	К5
Московская область	К2	К2	К2
Орловская область	К5	К7	К6
Рязанская область	К5	К6	К4
Смоленская область	К5	К6	К4
Тамбовская область	К5	К7	К7
Тверская область	К5	К6	К4
Тульская область	К5	К6	К4
Ярославская область	К5	К6	К4
г. Москва	К3	К3	К3

Что касается новых субъектов Российской Федерации, то город Севастополь в 2016 г. из кластера К6 перешел в кластер К4, а Республика Крым — из К7 в К6, показав тем самым позитивную динамику на фоне остальных субъектов Российской Федерации.

Заключение

В отечественной и зарубежной научной литературе существует достаточное количество публикаций в области оценки экономического развития регионов Российской Федерации, учитывающих процессы сбалансированности, дивергенции и конвергенции, поляризации. При этом широко используются методы экономико-математического моделирования с целью кластеризации регионов по уровню инновационно-инвестиционного потенциала — методы кластерного анализа, по уровню развития производства, внутреннего рынка, финансовой сферы, качества жизни населения, формирования приоритетов инвестиционных проектов — метод аддитивной свертки, по степени бюджетной устойчивости — методы факторного и дискриминантного анализа, по уровню инновационного потенциала, выявления факторов роста — методы расщепления смеси вероятностных распределений, по экономической активности, концентрации капитала в банковском секторе, выявлению дисбалансов в развитии реального и финансового секторов экономики региона — методы кластерного анализа, по межрегиональной социально-экономической дифференциации — рейтинговые и ранговые методы комплексных оценок.

В данном исследовании используется достаточно новый метод факторно-кластерного анализа — эксплораторный, который позволяет провести кластеризацию, когда число объектов классификации велико и каждый из них описывается десятками переменных, что облегчает процедуру идентификации классификационных структур.

В работе проведен факторный анализ структуры ВРП по отраслям экономики в разрезе отдельных федеральных округов по данным Росстата за 2014–2016 гг. Посредством эксплораторного факторного анализа выделены факторы, формирующие ВРП каждого из анализируемых субъектов, а субъекты исследуемых федеральных округов сгруппированы в конкретные кластеры. Выделены три эксплораторных фактора — природный, производственный и фактор сдерживания развития экономики региона. Такое разделение является правдоподобным, служит основой для дальнейшей кластеризации и экономической интерпретации полученных кластеров. Определяется не только фактор, который будет обеспечивать экономический рост или деструктивное развитие региона, но и отрасли экономики, которые необходимо развивать, а также отсле-

живается динамика перехода региона из одного кластера в другой. При этом регион может в последующем периоде оказаться в более неблагоприятном кластере, что служит сигналом к изменению экономической политики в регионе. Так, по результатам анализа ЮФО, город Севастополь за три года из депрессивного перешел в более благоприятное состояние, имеет тенденции к развитию при активизации производственных предприятий и сферы услуг. Подобная ситуация в Республике Адыгея, Волгоградская область стабильно находится в депрессивном положении.

Представленный метод анализа и полученные данные могут быть использованы органами государственной власти при проведении сравнительного анализа экономического развития субъектов РФ, определении отраслей экономики, которые будут обеспечивать социально-экономический рост конкретного региона. Это позволит повысить обоснованность принятия управленческих решений на региональном уровне, будет способствовать разработке ФЦП, действенности их реализации, формировании стратегий развития как страны в целом, так и отдельных ее субъектов.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-410-920001.

Список источников

1. *Michelis N.* (Eds.). *Convergence of EU regions Measures and evolution* [Электронный ресурс]. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/200801_convergence.pdf. (дата обращения: 02.02.2018).
2. *Коломак Е. А.* Неоднородность развития регионов России. Динамика и межрегиональные эффекты // *Модернизация экономики и глобализация. Мат-лы междунар. науч. конф.*, М., 1–3 апр. 2008 г. — М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2009. — Кн. 3. — С. 275–284.
3. *Лавровский Б. Л., Шильцин Е. А.* Российские регионы. Сближение или расхождение? // *Экономика и математические методы*. — 2009. — № 2, Т. 45. — С. 31–36.
4. *Лавровский Б. Л.* Территориальная дифференциация и подходы к ее ослаблению в Российской Федерации // *Экономический журнал ВШЭ*. — 2003. — № 4. — С. 524–537.
5. *Quah D. T.* Regional convergence clusters across Europe // *European Economic Review*, Elsevier. — 1996. — Vol. 40 (3–5). — P. 951–958.
6. *Sbaouelji J., Boulila G.* The causality between income inequality and economic growth // *Asian Economic and Financial Review*. — 2013. — No 3(5). — P. 668–682.
7. *Barro R. J., Sala-i-Martin X.* *Convergence Across States and Regions* // *Brookings. Papers on Economic Activity*. — 1991. — 1 (April). — P. 107–182.
8. Факторы экономического роста в регионах РФ / С. Дробышевский, О. Луговой, Е. Астафьева и др. — М.: ИЭПП, 2005. — 278 с.
9. *Пискун Е. И.* Возможности и угрозы реализации инновационного сценария развития Республики Крым // *Вестник факультета управления СПбГЭУ*. — 2017. — Вып. 1. Ч. 1. — С. 532–537.
10. *Троцкий А. Я., Наземцева Ю. Ю.* Ключевые концепции региональной политики: сравнительный анализ теоретических основ // *Известия АлтГУ*. — 2014. — № 2 (82). — С. 298–302.
11. *Нижегородцев Р. М., Пискун Е. И., Кудрявич В. В.* Прогнозирование показателей социально-экономического развития региона // *Экономика региона*. — 2017. — Т. 13, вып. 1. — С. 38–48. — doi 10.17059/2017-1-4.
12. *Лавровский Б.* Государственная политика регионального развития. Вопросы теории // *Федерализм*. — 2015. — № 4. — С. 121–130.
13. *Enright M. J.* Why Clusters are the Way to Win the Game? // *World Link*. — 1992. — No 5 (July/August). — Pp. 24–25.
14. *Enright M. J.* Survey on the Characterization of Regional Clusters: Initial Results // *Working Paper, Institute of Economic Policy and Business Strategy: Competitions Program, University of Hong Kong*, 2000. — 25 p.
15. Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения / Макаров В. Л., Айвазян С. А., Афанасьев М. Ю., Бахтизин А. Р., Нанавян А. М. // *Экономика региона*. — 2014. — № 4. — С. 9–30.
16. *Айвазян С. А., Афанасьев М. Ю., Кудров А. В.* Метод кластеризации регионов РФ с учетом отраслевой структуры ВРП // *Прикладная эконометрика*. — 2016. — № 1 (41). — С. 24–46.
17. *Соболева Т. С.* Кластерный анализ диспропорций инновационно-инвестиционного развития регионов // *Управление общественными и экономическими системами*. — 2009. — № 1. — С. 56–66.
18. *Шмидт Ю. Д., Денисенко В. А.* Дифференциация и регулирование социально-экономического развития муниципальных образований региона // *Вестник ТГЭУ*. — 2008. — № 3. — С. 3–14.
19. *Грезина М. А., Колчина О. А., Шевченко И. К.* Типология регионов как информационно-аналитический инструмент совершенствования межбюджетных отношений в условиях территориальной дифференциации // *Вестник ТГУ*. — 2012. — № 4 (20). — С. 121–130.

20. Сиротин В. П. Моделирование инновационного потенциала региона // Финансы и бизнес. — 2008. — № 4. — С. 33–42.
21. Антонюк В. С., Никонов В. Е. Процессы концентрации банковского и реального секторов экономики на региональном уровне. Проблема взаимосвязи // Вестник ЮУрГУ. — 2009. — Вып. 12, № 41 (174). — С. 20–25. — (Экономика и менеджмент).
22. Баранов С. В., Скуфьина Т. С. Анализ межрегиональной дифференциации и построение рейтингов субъектов Российской Федерации // Вопросы экономики. — 2005. — № 8. — С. 54–75.
23. Classification and Clustering. Proceedings of an Advanced Seminar Conducted by the Mathematics Research Center, the University of Wisconsin-Madison / J. Van Ryzin, Eds. — Elsevier, 1976. — 467 p.
24. Harry H. Harman. Modern factor analysis. — Chicago: University of Chicago Press, 1976. — 487 p.
25. Хохлов В. В. Исследование и прогнозирование экономических процессов с использованием эксплораторного факторного анализа многомерных временных рядов. — Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2012. — 160 с.

Информация об авторах

Пискун Елена Ивановна — доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Финансы и кредит», Севастопольский государственный университет; Scopus Author ID: 57193735474; ORCID: 0000-0002-4397-8143; Researcher ID: S-7867-2017 (Российская Федерация, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33; e-mail: lenapiskun@mail.ru).

Хохлов Владимир Владимирович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Финансы и кредит», Севастопольский государственный университет; ORCID: 0000-0002-4027-4714; Researcher ID X-1940-2018 (Российская Федерация, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33; e-mail: khokhlov_vv57@mail.ru).

For citation: Piskun, E. I. & Khokhlov, V. V. (2019). Economic development of the Russian Federation's regions: factor-cluster analysis. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 15(2), 363-376

E. I. Piskun, V. V. Khokhlov

Sevastopol State University (Sevastopol, Russian Federation; e-mail: lenapiskun@mail.ru)

Economic development of the Russian Federation's regions: factor-cluster analysis

The economics of the Russian Federation is characterized by imbalanced social-economic development of its regions. For assessing the local regional imbalances we used the methods of multidimensional classification along with the methods of convergence analysis: methods of factor analysis, cluster analysis, discriminant analysis. The article offers to use exploratory factor analysis to cluster the Russian Federation's regions. This method allows performing the procedure of classification structures' identification when there is a large number of classification's objects described by dozens of variables each. We checked the hypothesis that at a definite moment or period of time each region is described by some set of interconnected variables. This interconnection occurs due to exploratory factors which make these valuables interconnect in the necessary way. The model of exploratory factor analysis describes this situation. The basis of our research was the official Rosstat's statistics for the period from 2014 to 2016. This specific period is characterized by changes in Russia's spatial organization as two federal subjects, the city of Sevastopol and the Republic of Crimea, were included. As a result of calculations three exploratory factors have been defined: the first one encourages the usage of natural resources to form the gross regional product; the second one is interpreted as the factor that is not promoting the economic growth; the third one indicates the necessity to develop activity which is not connected with natural resources. We have distinguished eight economic clusters of subjects of three federal districts and have defined the character of the exploratory factors' influence. The results of this research can be taken into account by the federal authorities during the comparative analysis of the economic development of the Russian Federation's subjects, and formation of a developing strategy of the whole country in general and each subject in particular.

Keywords: economic region's development, factor-cluster analysis, imbalances of development, gross regional product, economic clusters, subjects of the Russian Federation, the level of development, exploratory factors, the methods of estimation, model

Acknowledgements

The article was prepared with the support of Russian Foundation for Basic Research and Government of the Sevastopol, the research project № 18-410-920001.

References

1. Michelis, N. (Ed.). (2008). *Convergence of EU regions — Measures and evolution*. Retrieved from: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/200801_convergence.pdf. (Date of access: 02.02.2018).
2. Kolomak, E. A. (2009). Neodnorodnost razvitiya regionov Rossii: dinamika I mezhregionalnye efekty [Heterogeneity of development of Russian regions: dynamics and interregional effects]. In: *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Modernizatsiya ekonomiki i globalizatsiya" [Materials of International science conference "Modernization of the economy and globalization"]* (pp. 375–284). Moscow: Higher School of Economics, 3. (In Russ.)
3. Lavrovskiy, B. L. & Shiltsin, E. A. (2009). Rossiyskie regiony: sblizhenie ili rassloenie? [Russian Regions: Leveling or Stratification?]. *Ekonomika i matematicheskie metody [Economics and Mathematical Methods]*, 2(45), 31–36. (In Russ.)

4. Lavrovskiy, B. L. (2003). Territorialnaya differentsiatsiya i podkhody k ee oslableniyu v Rossiyskoy Federatsii [Territorial differentiation and approaches to its weakening in the Russian Federation]. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshey Shkoly Ekonomiki [Higher School of Economics Economic Journal]*, 4, 524–537. (In Russ.)
5. Quah, D. T. (1996). Regional convergence clusters across Europe. *European Economic Review*, 40(3–5), 951–958.
6. Sbaouelgi, J. & Boulila, G. (2013). The causality between income inequality and economic growth: Empirical Evidence from the Middle East and North Africa Region. *Asian Economic and Financial Review*, 3(5), 668–682.
7. Barro, R. & Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence Across States and Regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 107–182.
8. Drobyshevskiy, S., Lugovoy, O., Astafeva, E. et al. (2005). *Faktery ekonomicheskogo rosta v regionakh RF [Factors of economic growth in the regions of the Russian Federation]*. Moscow: IETP, 278. (In Russ.)
9. Piskun, E. I. (2017). Vozmozhnosti i ugrozy realizatsii innovatsionnogo stsenariya razvitiya Respubliki Krym [Opportunities and threats of the implementation of the Crimean Republic's development of the innovative scenario]. *Vestnik fakulteta upravleniya SPbGEU [Bulletin of the Faculty of Management SPbSEU]*, 1, 532–537. (In Russ.)
10. Trotskovskiy, A. Ya. & Nazemtseva, Yu. Yu. (2014). Klyuchevye kontseptsii regionalnoy politiki: sravnitelnyy analiz teoreticheskikh osnov [Key concepts of regional policy: comparative analysis of theoretical grounds]. *Izvestiya Altayskogo Gosudarstvennogo Universiteta [Izvestiya of Altai State University Journal]*, 2(82), 298–302. (In Russ.)
11. Nizhegorodtsev, R. M., Piskun, E. I. & Kudrevich, V. V. (2017). Prognozirovanie pokazateley sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regiona [The Forecasting of Regional Social and Economic Development]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 13(1), 38–48. DOI: 10.17059/2017–1-4. (In Russ.)
12. Lavrovskiy, B. (2015). Gosudarstvennaya politika regionalnogo razvitiya: voprosy teorii [The state policy of regional development: questions of the theory]. *Federalism*, 4, 121–130. (In Russ.)
13. Enright, M. J. (1992). Why Clusters are the Way to Win the Game? *WorldLink*, 5, 24–25.
14. Enright, M. J. (2000). Survey on the Characterization of Regional Clusters: Initial Results. *Working Paper, Institute of Economic Policy and Business Strategy: Competitions Program, University of Hong Kong*, 25.
15. Makarov, V. L., Aivazyan, S. A., Afanasiev, M. Yu., Bakhtizin, A. R. & Nanavyan, A. M. (2014). Otsenka effektivnosti regionov RF s uchetom intellektualnogo kapitala, kharakteristik gotovnosti k innovatsiyam, urovnya blagosostoyaniya i kachestva zhizni naseleniya [The estimation of the region's efficiency of the Russian Federation including the intellectual capital, the characteristics of readiness for innovation, level of well-being, and quality of life]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 4, 9–30. (In Russ.)
16. Aivazyan, S. A., Afanasiev, M. Yu. & Kudrov, A. V. (2016). Metod klasterizatsii regionov RF s uchetom otraslevoy struktury VRP [Clustering methodology of the Russian Federation regions with account of sectoral structure of GRP]. *Prikladnaya Ekonometrika [Applied Econometrics]*, 1(41), 24–46. (In Russ.)
17. Soboleva, T. S. (2009). Klasternyy analiz disproportsiy innovatsionno-investitsionnogo razvitiya regionov [The analysis of disproportions of innovative- investment development of regions of Russia]. *Upravlenie obshchestvennymi i ekonomicheskimi sistemami [Management of public and economic systems]*, 1, 56–66. (In Russ.)
18. Shmidt, Yu. D. & Denisenko, V. A. (2008). Differentsiatsiya i regulirovanie sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya munitsipalnykh obrazovaniy regiona [Differentiation and regulation of social and economic development of municipalities of the region]. *Vestnik TGEU [The Bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management]*, 3, 3–14. (In Russ.)
19. Grezina, M. A., Kolchina, O. A. & Shevchenko, I. K. (2012). Tipologiya regionov kak informatsionno-analiticheskiy instrumentariy sovershenstvovaniya mezhbudzhetnykh otnosheniy v usloviyakh territorialnoy differentsiatsii [Typology of regions as information and analytical tool for improving fiscal relations in terms of territorial differentiation]. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta [Tomsk State University Journal]*, 4(20), 121–130. (In Russ.)
20. Sirotin, V. P. & Kuzmin, O. M. (2008). Modelirovanie innovatsionnogo potentsiala regiona [Modeling of the region's innovative potential]. *Finansy i Biznes [Finance and Business]*, 4, 33–42. (In Russ.)
21. Antonyuk, V. S. & Nikonov, V. E. (2009). Protsepy kontsentratsii bankovskogo i realnogo sektorov ekonomiki na regionalnom urovne: problema vzaimosvyazi [Concentration processes of the banking and real sectors of economy at the regional level: problems and interrelations]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Ekonomika i menedzhment" [Bulletin of the South Ural State University. Series "Economics and Management"]*, 41(174), 20–25. (In Russ.)
22. Baranov, S. V. & Skufina, T. S. (2005). Analiz mezhhregionalnoy differentsiatsii i postroyeniye reytingov subektov Rossiyskoy Federatsii [The analysis of interregional differentiation and constructing rating of development of Russian regions]. *Voprosy ekonomiki [Issues of economics]*, 8, 54–75. (In Russ.)
23. Van Ryzin, J. (Eds.). (1976). Classification and Clustering. *Proceedings of an Advanced Seminar Conducted by the Mathematics Research Center, the University of Wisconsin-Madison*. Academic Press, 467.
24. Harman, H. H. (1976). *Modern factor analysis*. Chicago, University of Chicago Press, 487.
25. Khokhlov, V. V. (2012). *Issledovanie i prognozirovanie ekonomicheskikh protsessov s ispolzovaniem eksploratornogo faktornogo analiza mnogomernykh vremennykh ryadov [Research and forecasting of economic processes using the exploratory factor analysis of multidimensional time series]*. Sevastopol: SevNTU, 160. (In Russ.)

Authors

Elena Ivanovna Piskun — Doctor of Economics, Associate Professor, Professor, Department of Finance and Credit, Sevastopol State University; Scopus Author ID: 57193735474; ORCID: 0000-0002-4397-8143; Researcher ID: S-7867-2017 (33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053, Russian Federation; e-mail: lenapiskun@mail.ru)

Vladimir Vladimirovich Khokhlov — PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Finance and Credit, Sevastopol State University; ORCID:0000-0002-4027-4714; Researcher ID: X-1940-2018 (33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053, Russian Federation; e-mail: khokhlov_vv57@mail.ru).