ПРОЦЕССЫ ИНТЕГРАЦИИ И ФРАГМЕНТАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА: СТРУКТУРА СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ

А.П. Горюнов, А.В. Белоусова

Горюнов Александр Павлович – кандидат экономических наук, заместитель директора по научной работе. Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, Россия, 680042. E-mail: alex.goryunov@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-7944-9422

Белоусова Анна Васильевна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, Россия, 680042. E-mail: belousova@ecrin.ru.
ORCID: 0000-0002-8780-8146

Аннотация. Данная работа исследует процессы интеграции и фрагментации, порождаемые поляризацией экономического пространства. В фокусе исследования находится структура систем расселения. Авторы предлагают обобщенную методику исследования структуры систем расселения, основанную на комбинации методов факторного анализа, многомерного шкалирования и кластерного анализа. Предлагаемая методика позволяет использовать максимум имеющейся информации о социально-экономическом и пространственном положении поселений для выявления закономерностей в их пространственной организации. Методика тестируется на примере 35 крупных городов Центрального и Приволжского федеральных округов РФ, составляющих окружение г. Москвы. Результатом тестирования методики является выделение четырех групп городов, формирующих ядро системы расселения с центром в г. Москве, группы из четырех городов, формирующих «буферную зону» этой системы, а также выявление четырех городов в исследуемой выборке, относящихся к внешнему окружению этой системы расселения.

Ключевые слова: интеграция, фрагментация, структура системы расселения, экономическое пространство, города

Для цитирования: Горюнов А.П., Белоусова А.В. Процессы интеграции и фрагментации экономического пространства: структура систем расселения // Пространственная экономика. 2017. № 4. С. 81–99. DOI: [10.14530/se.2017.4.081-099](https://doi.org/10.14530/se.2017.4.081-099).

For citation: Goryunov A.P., Belousova A.V. Processes of Integration and Fragmentation of Economic Space: The Structure of Settlement Systems. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 2017, no. 4, pp. 81–99. DOI: [10.14530/se.2017.4.081-099](https://doi.org/10.14530/se.2017.4.081-099). (In Russian).

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В РОССИИ

Процесс трансформации экономического пространства можно разложить на два взаимосвязанных процесса: коммуникационного удаления/сближения и локационного расширения/сжатия (Трейвиш А.И., 2016). Коммуникационное сближение является следствием развития средств информационного и транспортного сообщения и соответствующей инфраструктуры. Рост скоростей и пропускных способностей коммуникационных каналов ведет к сближению отдельных освоенных человеком локаций. Соответственно, обратный процесс коммуникационного удаления вызывается ухудшением коммуникационных связей. В свою очередь, локационное расширение означает увеличение размеров освоенных локаций и их сокращение в случае локационного сжатия.

В современном мире наиболее очевидным процессом является процесс коммуникационного сжатия, который, при прочих равных, должен вести к сжатию экономического пространства, в пределе превращая его в точку. Однако в действительности такое сжатие оказывается неравномерным в силу целого ряда причин, как пространственного, так и социального характера.

Независимо от конкретных причин и условий неравномерности сжатия пространства вследствие развития коммуникаций, конкретные проявления этой неравномерности принимают формы локационных расширений и сжатий, наиболее явным примером которых является урбанизация.

Концентрация населения и хозяйственной деятельности в городах является общеизвестным фактом еще с начала XX в. и не требует отдельной экспозиции. В России в результате распада СССР практически завершившийся процесс урбанизации получил своеобразное второе рождение (Зубаревич Н.В., 2001). Этот процесс принял форму пространственной поляризации экономической деятельности вокруг крупных городов. Говорить об этом процессе в терминах «центр – периферия» столь же сложно, как и в терминах «город – деревня», поскольку это скорее процесс не дальнейшей урбанизации, а трансформации уже сформировавшегося пространства городов.

Процесс поляризации экономического пространства порождает процессы интеграции и фрагментации этого пространства. В данном исследовании под термином «интеграция» мы понимаем формирование новых или трансформацию существующих систем расселения¹. В свою очередь, под «фрагментацией» понимается распад систем расселения и превращение их в сети

¹ Сеть поселений – совокупность всех населенных пунктов, расположенных на какой-либо территории, характеризующаяся их людностью, густотой, взаиморасположением и конфигурацией ареалов. Система расселения – территориально целостная и функционально взаимосвязанная совокупность поселений – складывается по мере развития производства и системы обслуживания в рамках сетей поселений. Системы расселения складываются в рамках сетей поселений, выделяясь устойчиво высоким уровнем связей между поселениями (Лаппо Г.М., 1997).

поселений (Демьяненко А.Н., 2017). Образование новых систем расселения более вероятно в ходе классического процесса урбанизации. В процессе поляризации происходит укрупнение существующих систем, приводящее к изменению их структуры.

Мы предполагаем следующую общую структуру системы расселения:

- центральный город;
- ядро, состоящее из городов низшего ранга, выполняющих определенные функции в рамках общей системы;
- «буферная зона», возникающая на стыке соседствующих систем расселения (очевидно, что буферная зона может отсутствовать в случае отсутствия систем-соседей).

Процесс поляризации экономического пространства в России протекает за счет стягивания населения и экономической деятельности в крупные города, как на национальном, так и на региональном уровне. Три ранга городов: мегаполисы, города-миллионники и крупнейшие города своих регионов – фактически конкурируют между собой за миграционные притоки. Причем эта конкуренция приводит не только к росту концентрации населения и экономической деятельности в крупных центрах, но и к трансформации систем расселения, которая с учетом пространственного разнообразия России может принимать формы:

- 1) сжатия систем расселения с ростом людности центральных мест этих систем;
- 2) снижения людности и возможной «гибели» (т. е. превращения в сети поселений) систем расселения второго уровня в регионах, с ростом систем первого уровня;
- 3) «отмирания» сетей поселений, не являющихся частью систем расселения.

Иллюстрацией первой формы может быть зависимость количества жителей от расстояния до городских агломераций. Например, для Московской области это выражается в существовании 90-километровой зоны с центром в г. Москве, в пределах которой наблюдается стабильный рост городского населения; в городах, расположенных за пределами соответствующей зоны (Коломна, Серпухов, Орехово-Зуево, Сергиев Посад), фиксируется сокращение численности населения (*табл. 1*).

Эта же закономерность прослеживается и для городов с населением менее миллиона, являющихся крупнейшими центрами своего региона. Например, в Хабаровском крае существует обратная зависимость между расстоянием от муниципального образования до г. Хабаровска и темпом прироста населения в этом образовании за период 2011–2016 гг. (*рис. 1*). В соседнем Приморском крае эта зависимость выражена еще сильнее (*рис. 2*).

Таблица 1

Динамика численности населения городов Московской области, тыс. чел.

Город	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Балашиха	221,8	235,3	247,1	260,7	428,4	450,8
Подольск	193,4	206,7	218,5	223,9	293,8	299,7
Химки	215,5	221,1	225,7	232,1	239,9	244,7
Королев	185,6	187,3	187,8	220,9	221,1	221,8
Мытищи	175,0	178,7	183,2	187,1	201,1	205,4
Люберцы	176,7	181,1	185,1	189,1	190,5	197,7
Электросталь	155,7	156,6	157,4	158,2	158,5	158,5
Красногорск	122,8	127,6	132,0	137,6	144,6	153,4
Коломна	145,0	144,7	144,3	144,3	143,6	144,1
Одинцово	137,6	137,8	140,4	141,4	141,3	141,5
Серпухов	126,6	126,8	127,1	126,7	126,6	125,9
Щелково	109,8	113,0	116,4	119,0	123,5	125,8
Домодедово	100,6	104,7	108,2	112,1	116,9	124,3
Орехово-Зуево	121,3	121,4	120,7	120,2	120,2	119,9
Раменское	99,1	100,8	103,1	106,3	109,7	112,9
Жуковский	106,2	106,9	107,6	107,8	108,4	113,0
Пушкино	103,3	104,8	106,1	108,3	107,1	106,6
Сергиев Посад	109,7	108,5	106,7	106,0	104,9	104,6
Долгопрудный	92,9	94,9	97,5	98,8	100,6	104,2
Ногинск	101,7	101,8	101,9	102,2	101,8	102,3

Источники: Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов (2012–2016) / Росстат. М., 2017. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138631758656 (дата обращения: сентябрь 2017); Численность населения РФ по муниципальным образованиям (2012–2016 гг.) / Росстат. М., 2017. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/plan/ (дата обращения: сентябрь 2017).

Конкретным примером второй формы является продолжающийся отток населения из агломерации Комсомольск-на-Амуре – Амурск – Солнечный в Хабаровском крае, с параллельным ростом людности Хабаровской агломерации. По сравнению с 2011 г. в 2016 г. оценочная численность населения Хабаровской агломерации¹ составила 105,2% к уровню 2011 г., а Комсомольской – только 95,8%².

¹ В состав Хабаровской городской агломерации авторы включают следующие населенные пункты: г. Хабаровск, с. Бычиха, Некрасовка, Дружба, Сергеевка, Галкино, Тополево, Мичуринское, Корфовское, Корсаковское, Осинвореченское, Ильинка, Ракитное, Мирное, Восточное. В состав Комсомольской: г. Комсомольск-на-Амуре, г. Амурск, п. Солнечный, Падалинское сельское поселение, Гайтерское сельское поселение, п. Молодежный, с. Новый Мир, с. Пивань, с. Селихино, с. Хурба, Галичное сельское поселение, с. Верхняя Эконь.

² Численность населения РФ по муниципальным образованиям (2012–2016 гг.) / Росстат. М., 2017. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/plan/ (дата обращения: сентябрь 2017).

В то же время очевидно, что «гибель» системы расселения и ее превращение в обособленную сеть поселений ведет к третьей форме (стадии) трансформации – постепенному «отмиранию». Примерами третьей формы являются многочисленные оставленные людьми населенные пункты.

Рис. 1. Зависимость темпа изменения численности населения муниципальных образований Хабаровского края в 2011–2016 гг. от их удаленности от г. Хабаровска

Источник: рассчитано по: Численность населения РФ по муниципальным образованиям (2012–2016 гг.) / Росстат. М., 2017. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/plan/ (дата обращения: сентябрь 2017).

Рис. 2. Зависимость темпа изменения численности населения муниципальных образований Приморского края в 2011–2016 гг. от их удаленности от г. Владивостока

Источник: рассчитано по: Численность населения РФ по муниципальным образованиям (2012–2016 гг.) / Росстат. М., 2017. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/plan/ (дата обращения: сентябрь 2017).

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ

С точки зрения масштабов и значимости явлений в процессе трансформации систем расселения нас интересует, прежде всего, ее первая форма, являющаяся результатом интеграции пространства и приводящая к изменению структуры систем поселения. Такие изменения весьма сложно описать, поскольку факторы формирования новой структуры далеко не исчерпываются удаленностью от центрального места системы. К этим факторам можно отнести, например, транспортную доступность, уровень развития общественного пространства, стоимость и качество жилья, масштаб рынка труда и т. д. Конкретное сочетание значений этих факторов для развития отдельных частей системы расселения будет специфическим для каждой конкретной системы, однако это и делает ценным поиск некоего общего решения задачи анализа структуры системы расселения.

В самом общем смысле эта задача относится к классу задач экономического районирования. Современные методы экономического районирования делятся на два общих класса:

1. Класс неформальных (часто картографических) методов анализа пространства на основе имеющихся показателей социально-экономических и ландшафтных условий в локациях, их взаимного расположения и т. д.
2. Класс формальных «коннектографических» методов, базирующихся на построении и анализе сетевых графиков на основе данных о связях между локациями.

Примерами использования методов первого класса являются работы (Hagler, 2009; Kotkin, Schill, 2013), второго – работы (Khanna, 2016). В исследовании (Dash Nelson, Rae, 2016) представлено сравнение этих двух подходов на примере анализа функциональной структуры экономического пространства США на уровне «мегарегионов» с центрами в крупнейших городских агломерациях.

Такое положение дел с аналитическими подходами к исследованию функциональной структуры экономического пространства означает, что отсутствие детальной и полной информации о тех или иных видах связей между локациями автоматически лишает исследователей возможности использования формальных математических методов анализа. Это является проблемой, поскольку, как показано в работе (Dash Nelson, Rae, 2016), картографические и формальные методы, используемые по отдельности, как правило, дают менее обоснованные результаты, чем подходы, использующие картографические и формальные методы совместно для перекрестной проверки и интерпретации результатов. Однако подобное совместное использование невозможно в случае отсутствия или неполноты данных о

связях, что является случаем весьма распространенным. Кроме того, собственным недостатком картографических аналитических подходов является сложность одновременного использования множества параметров, характеризующих локацию.

Этим обусловлена необходимость разработки новой методики исследования систем расселения для выявления их структуры. Предлагаемый нами подход позволяет формализовать анализ без необходимости использования данных о связях. Логика исследования базируется на предпосылке о том, что пространственное положение поселений задает базовые условия их функционирования в системе расселения. Базовые условия можно обозначить как условия «первой природы» – естественные условия развития поселения (Cropon W., 1991). «Первая природа» модифицируется усилиями, предпринимаемыми людьми для развития поселения, и становится «второй природой» поселения, которая в нашем исследовании описывается показателями социально-экономического развития. Наконец, есть результат развития поселения, в качестве которого мы используем показатель изменения численности населения.

Мы предполагаем, что местоположение и начальный уровень социально-экономического развития поселения определяют его функциональную роль в системе расселения. В то же время уровень социально-экономического развития и темп изменения численности населения отражают «выгодность» места поселения в системе, то есть разницу в уровнях развития расположенных рядом в единой системе расселения городов можно в какой-то степени объяснить ролью и местом этих городов в системе.

При этом необходимо сказать, что сочетание значений факторов формирования пространства системы расселения определяется не только особенностями «внутрисистемной» организации пространства, но и местом и функцией системы в окружающих ее экономических пространствах (субнациональном, национальном, субглобальном, мировом). Это обстоятельство грозит превращением задачи описания системы расселения в практически невозможное предприятие или как минимум – требующее совершенно уникального решения в каждом конкретном случае. Поэтому на данном этапе мы явным образом не учитываем влияние внешней среды и используем только один показатель, способный отразить ее влияние в лучшем случае косвенно – «транзитный» индикатор.

Еще одним обстоятельством, требующим особого внимания, является случай «гиперполиса» в роли центрального города системы расселения. Под «гиперполисом» здесь понимается город уровня Москвы, абсолютно подавляющий своими размерами собственное окружение. В случае Москвы, например, даже включение в выборку отдельных административных

округов неспособно решить проблему несовпадения масштабов рассматриваемых объектов. То есть города такого размера требуют их разделения на отдельные поселения, поскольку неоднородность системы расселения «гиперполиса» является, в значительной степени, результатом неоднородности самого «гиперполиса», отдельные части которого по-разному влияют на ближайшие к ним части рассматриваемой системы расселения. Однако такое разделение центрального города на отдельные части является предметом отдельного исследования, требующего несколько иных подходов, поэтому в своем исследовании мы обходим эту проблему, исключая центральный город из выборки, вследствие чего наблюдаем только фактические результаты его влияния на систему расселения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУР СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ

Объект исследования и база данных

В качестве объекта исследования был выбран г. Москва с его окружением, включающим города Центрального и Приволжского федеральных округов РФ, численность населения которых превышает 100 тыс. чел. (35 городов).

Исследуемую выборку городов составляют: Дзержинск, Владимир, Ковров, Муром, Иваново, Арзамас, Калуга, Обнинск, Тула, Новомосковск, Рязань, Ярославль, Рыбинск, Кострома, Тверь, Балашиха, Подольск, Химки, Королев, Мытищи, Люберцы, Электросталь, Красногорск, Коломна, Одинцово, Серпухов, Щелково, Орехово-Зуево, Домодедово, Раменское, Жуковский, Пушкино, Сергиев Посад, Ногинск, Долгопрудный.

Город Москва не включается в выборку. Его присутствие в исследовании задается посредством двух показателей, характеризующих пространственное положение городов относительно столицы РФ.

Каждый город характеризуется вектором из 15 показателей: численность населения (оценка на конец года), тыс. чел.; среднегодовая численность работников организаций, тыс. чел.; среднемесячная номинальная заработная плата, руб.; общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного городского жителя, кв. м; число больничных организаций, ед.; наличие основных фондов организаций (на конец года), млн руб.; число предприятий и организаций (на конец года; по данным государственной регистрации); объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды), млн руб.; объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», млн руб.; ввод в действие жилых до-

мов, тыс. кв. м общей площади; оборот розничной торговли, млн руб.; инвестиции в основной капитал, млн руб.; кратчайшее расстояние до г. Москвы, км; количество городов, кратчайший путь из которых в г. Москву проходит через данный город, ед.

Информационной базой являются материалы Федеральной государственной службы статистики РФ¹ и Федерального фонда обязательного медицинского страхования².

Выбор года исследования – 2015 – обусловлен наличием находящихся в официальном доступе статистических данных по перечисленным выше показателям.

Методика исследования и результаты

Предлагаемая методика представляет собой алгоритм преобразования исходных данных об исследуемых городах посредством последовательного снижения размерности этих данных при помощи стандартных методов факторного анализа, многомерного шкалирования и кластерного анализа.

Алгоритм исследования включает в себя три этапа преобразования исходных данных:

1. Уменьшение размерности массива данных, описывающих социально-экономические характеристики городов, посредством метода главных компонент с получением двух наборов индикаторов социально-экономического положения.

2. Использование наборов индикаторов, полученных на 1-м этапе, совместно с данными о пространственном положении и демографии городов для преобразования пространства данных методом многомерного шкалирования и получения двухмерной картины.

3. Выявление методом k -средних кластеров городов в двухмерном пространстве.

Расчеты первого этапа методики проводились в среде программного пакета SPSS 20.0, второго и третьего – программного пакета R версии 1.0.136. Техническое описание соответствующих процедур представлено в работах (Факторный..., 1989; Толстова Ю.Н., 2006; Everitt, Hothorn, 2009).

На первом этапе расчетов (факторного анализа) мы формируем два варианта наборов индикаторов. Эти варианты различаются как результирующим количеством индикаторов (5 и 3), так и количеством исходных показателей, характеризующих города: в варианте с тремя индикаторами в исходном мас-

¹ Федеральная служба государственной статистики. 2017. URL: www.gks.ru. (дата обращения: 01.12.2017).

² Федеральный фонд обязательного медицинского страхования. 2017. URL: www.ffoms.ru/documents/registry/ (дата обращения: 01.12.2017).

сиве отсутствуют показатели расстояния до Москвы и количества городов, кратчайший путь из которых в Москву проходит через данный город.

Суть факторного анализа заключается в объединении взаимосвязанных (посредством сильной корреляционной зависимости) элементов массива показателей в агрегированные факторы (индикаторы). Стандартная процедура преобразования данных в факторном анализе позволяет получить одинаковый диапазон значений индикаторов: от -3 до 3 . Отрицательные значения индикаторов свидетельствуют о степени «отставания» города от соответствующего среднего значения по выборке, положительные – о степени «опережения».

Исходные данные в первом варианте факторного анализа представляют собой матрицу, состоящую из 35 строк (количество городов) и 15 столбцов (количество показателей, характеризующих городскую экономику).

Результатом факторного анализа по этому варианту стала идентификация пяти индикаторов:

1) *индикатор масштаба* экономики города формируется на основе данных о численности населения, среднегодовой численности работников, числе больничных организаций, наличии основных фондов организаций, числе предприятий и организаций, объеме отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», обороте розничной торговли;

2) *индикатор влияния близости Москвы* на доход городского работающего жителя формируется на основе данных о среднемсячной номинальной начисленной заработной плате и кратчайшем расстоянии до г. Москвы;

3) *индикатор уровня развития производства* формируется на основе данных об объеме отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства», объеме работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», инвестициях в основной капитал;

4) *индикатор уровня жилищного благополучия* формируется на основе данных об общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного городского жителя, вводе в действие жилых домов;

5) *индикатор транзитного значения* формируется на основе одного-единственного показателя – количество городов, кратчайший путь из которых в г. Москву проходит через данный город.

Итогом факторного анализа по второму варианту стало формирование трех индикаторов:

- 1) масштаба экономики;
- 2) уровня развития производства;
- 3) доступности жилья.

Внутреннее наполнение первого и второго индикаторов полностью соответствуют предыдущему случаю анализа. Значение третьего индикатора складывается из данных о среднемесячной номинальной начисленной заработной плате, руб., общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного городского жителя, кв. м, вводе в действие жилых домов, тыс. кв. м.

На втором этапе индикаторы по двум вариантам факторного анализа дополняются данными о расстоянии от центра данного города до центра Москвы и совокупном темпе прироста населения города за период 2011–2016 гг. С использованием всех этих показателей мы формируем четыре варианта входящих данных для второго этапа расчетов:

- 1) 5 индикаторов + расстояние до Москвы;
- 2) 5 индикаторов + расстояние до Москвы + изменение численности населения;
- 3) 3 индикатора + расстояние до Москвы;
- 4) 3 индикатора + расстояние до Москвы + изменение численности населения.

Такое большое число вариантов требуется для анализа относительного влияния факторов на конечный результат.

Показатели расстояния до Москвы (в км) и изменения численности населения (в %) были нормированы в интервале от –3 до 3 для совмещения исходного масштаба их значений с таковым для значений индикаторов. Необходимо учитывать, что такое нормирование значений расстояния приводит к снижению влияния, которое физическое расстояние оказывает на результат преобразования, одновременно увеличивая влияние факторов «второй природы». Это необходимо учитывать при анализе больших географических пространств и либо не использовать нормирование вообще, либо задавать интервал, кратно превышающий масштаб индикаторов. В нашем случае мы считаем исследуемое пространство достаточно компактным для приведения физического расстояния к одному масштабу с индикаторами.

В четырех вариантах исходных данных второго этапа одновременно содержится информация о социально-экономическом положении анализируемых городов и их пространственном взаиморасположении. Показатель темпа прироста населения призван служить отражением «проявленных» результатов развития городов: при отсутствии серьезных миграционных барьеров в данной системе расселения и с учетом ее относительной компактности основным фактором изменения численности населения будет миграция (или ее отсутствие), т. е. темп изменения численности населения отражает «голосование ногами» за тот или иной город в системе.

Таким образом, на втором этапе мы получаем четыре матрицы входящих значений: 35×6 , 35×7 , 35×4 , 35×5 . Многомерное шкалирование, используемое для дальнейшей обработки этих данных, родственно методу главных компонент в том смысле, что позволяет сократить число измерений массива данных, но отличается от него тем, что работает не с корреляционными связями между показателями, а сродни методам кластеризации – с расстояниями между точками в многомерном пространстве, координаты которых соответствуют значениям показателей.

Используя многомерное шкалирование, мы переходим от четырех матриц исходных размеров к соответствующим им четырем матрицам размера 35×2 . Другими словами, матрицы результирующих значений содержат координаты городов на плоскости.

На третьем этапе мы осуществляем кластеризацию точек в каждой из полученных на втором этапе матриц. Кластеризация осуществляется методом k -средних. Оптимальное число кластеров было определено экспериментальным путем и составило пять.

Наконец, в качестве последней операции мы строим квадратную матрицу городов (35×35), в ячейках которой содержатся значения, показывающие число вариантов многомерного шкалирования, в которых соответствующая пара городов оказалась в одном кластере. Соответственно, максимальное значение в ячейке равно числу вариантов шкалирования – четырем. После построения этой матрицы мы отбираем и объединяем в группы города, оказавшиеся совместно в одном кластере во всех четырех вариантах шкалирования. Отбор может проводиться как по строкам, так и по столбцам. В последнем случае для каждого столбца мы записываем в группу его номер, а затем – номера строк, содержащих для этого столбца значение 4. Столбцы, номера которых уже были записаны в одной из групп, пропускаются.

В результате мы получаем семь «устойчивых» групп, включающих в общей сложности 25 из 35 городов полной выборки. Сформированные группы представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2

Устойчивые группы городов в системе расселения с центром в г. Москве, полученные для четырех вариантов шкалирования

Группа	Город
1	Дзержинск, Муром, Арзамас, Рыбинск
2	Обнинск, Коломна, Серпухов, Орехово-Зуево
3	Подольск, Королев
4	Химки, Мытищи, Красногорск, Долгопрудный
5	Щелково, Раменское, Жуковский, Пушкино, Ногинск
6	Люберцы, Домодедово
7	Владимир, Тула, Рязань, Тверь

Мы не могли включить эти варианты ранее, поскольку это привело бы к исключению из устойчивых групп городов, для которых значимую роль играет пространственный фактор, поскольку для двух из шести вариантов проекции этот фактор был бы исключен. Однако именно это обстоятельство позволяет нам выявить города, место которых в устойчивых группах определяется в наибольшей степени их пространственным расположением. Для этого мы просто повторяем процедуру шкалирования – кластеризации – группировки и сравниваем группы и их состав, полученные для четырех и шести вариантов исходных данных. Устойчивые группы для шести вариантов исходных данных представлены в таблице 3.

Таблица 3

Устойчивые группы городов в системе расселения с центром в г. Москве, полученные для шести вариантов шкалирования

Группа	Город
1	Муром, Арзамас, Рыбинск
2	Обнинск, Коломна, Орехово-Зуево
3	Подольск, Королев
4	Химки, Мытищи, Красногорск, Одинцово
5	Щелково, Раменское, Жуковский, Пушкино

Сравнение таблиц 2 и 3 показывает, что с исключением фактора расстояния происходит потеря двух из семи первоначальных групп городов: шестой и седьмой. Необходимо отметить, что шестая группа является одной из наиболее пространственно приближенных к центру исследуемой системы, а седьмая включает в себя наиболее крупные города в выборке, способные являться центрами второго уровня в этой системе.

В отношении шестой группы можно вполне обоснованно предполагать, что место в системе расселения ее городов – Люберец и Домодедово – определяется их чрезвычайной близостью к центральному городу системы. В то же время выделение этих двух городов в отдельную устойчивую группу в случае четырех вариантов шкалирования говорит о том, что их условия и результаты развития значимо отличаются от других городов выборки, находящихся в непосредственной близости от них. Совмещая два этих наблюдения, мы приходим к выводу о том, что Люберцы и Домодедово фактически принадлежат к собственно г. Москве, а не являются, в отличие от своих соседей, самостоятельной частью московской системы расселения.

Ровно обратный вывод можно сделать в отношении городов седьмой группы: Владимир, Тула, Рязань, Тверь. Эти города сформировали собственную устойчивую группу благодаря примерно одинаковому расстоянию от

г. Москвы и имеют мало общего в области результатов и условий развития. В логике нашего исследования фактор расстояния, совместно с условиями социально-экономического развития, формирует место и роль города в системе расселения, а социально-экономические условия, совместно с результатом развития, отражают эти место и роль. Исходя из этой логики, можно сделать два предположения о городах седьмой группы: эти города, расположенные радиально вокруг центра системы расселения, либо формируют отдельные центры второго уровня, обладая каждый своим окружением, либо они служат «буферной зоной» московской системы расселения, обеспечивая ее взаимодействие с дальним окружением.

Первое предположение представляется менее правдоподобным, поскольку в случае его истинности можно было бы ожидать выделения в отдельные группы или группу городов, непосредственно соседствующих с городами седьмой группы, чего не происходит. Тем не менее это не означает, что второе предположение можно принять за истинное автоматически.

Для проверки этих предположений мы можем проанализировать результаты кластеризации вариантов шкалирования 5 и/или 6, т. е., с пятью и тремя индикаторами социально-экономического положения без других факторов. В данном случае нам достаточно пятого варианта, поскольку он вполне проясняет ситуацию и с седьмой, и с первой группой городов, которая также требует дополнительной интерпретации. На рисунке 4 представлена схема географических координат всех городов выборки с выделением городов седьмой группы и городов, объединенных с ними в одни кластеры.

В случае шкалирования по пяти индикаторам социально-экономического положения города седьмой группы разделяются на пары: Владимир – Тула и Рязань – Тверь и входят в два кластера. На рисунке 4 эти кластеры объединены для наглядности. Эти кластеры, помимо городов седьмой группы, включают также и все города первой группы. То есть, мы можем констатировать, что города первой и седьмой групп наиболее близки с точки зрения социально-экономических параметров, однако четко разделяются на две отдельные группы с учетом факторов расстояния и изменения численности населения.

Это является основанием для утверждения об истинности нашего второго предположения о роли городов седьмой группы: они наиболее вероятно представляют собой «буферную зону» системы расселения с центром в г. Москве, не являясь непосредственно ни ее частью, ни частью внешней среды, к которой следует отнести города первой группы.

Таким образом, на основании проведенного анализа мы можем представить ядро системы расселения с центром в г. Москве как пространственно компактный набор городов, образующих четыре группы:

- Обнинск, Коломна, Серпухов, Орехово-Зуево;
- Подольск, Королев;
- Химки, Мытищи, Красногорск, Долгопрудный;
- Щелково, Раменское, Жуковский, Пушкино, Ногинск.

Города шестой группы в таблице 2 (Люберцы и Домодедово) фактически являются частью г. Москвы. Города первой группы (Дзержинск, Муром, Арзамас, Рыбинск) относятся к внешнему окружению исследуемой системы расселения. Города седьмой группы (Владимир, Тула, Рязань, Тверь) находятся непосредственно на границе системы и служат ее «буферной зоной».

* * *

Предлагаемая методика является достаточно простой, интуитивно понятной и одновременно чрезвычайно гибкой, позволяя выявлять общие характеристики исследуемой выборки и в то же время предоставляя возможность более детального анализа и выявления механизмов, стоящих за найденными закономерностями.

В этой статье авторы не использовали все возможности детализации, предоставляемые этой методикой. В частности, можно было бы использовать большее число вариантов шкалирования, которое позволило бы максимально детально рассмотреть получаемые группы. Таких дополнительных вариантов может быть как минимум два: 5 и 3 индикатора совместно с изменением численности населения. Однако авторы сочли, что такой уровень детализации чрезмерно усложнит восприятие, и ограничились фактически

неполным комбинаторным набором вариантов, тем не менее получив вполне логичные результаты.

В заключение следует указать на безусловное достоинство предлагаемой методики, каковым является возможность структурирования систем расселения при отсутствии информации о связях между локациями. Важным следствием отсутствия в России необходимой статистики уровня городов является чрезмерная популярность субъектов РФ в качестве базовых компонентов исследуемого пространства. Данная методика позволяет преодолеть этот информационный барьер и перейти к рассмотрению поселений с использованием официальных источников данных.

Последнее обстоятельство также имеет значение для пространственных исследований в более широком смысле – без привязки к исследованиям систем расселения. Прежде всего, это относится к восточным частям России, где размеры субъектов РФ настолько велики, что их использование в качестве объектов пространственных исследований практически невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Демьяненко А.Н. Российское экономическое пространство: диалектика процессов интеграции и дезинтеграции // Регионалистика. 2017. Т. 4. № 2. С. 5–10. DOI: 10.14530/reg.2017.2.
- Зубаревич Н.В. Изменения в центрo-периферийной конфигурации постсоветского пространства // Вестник Евразии. 2001. № 3. С. 5–21.
- Зубаревич Н.В. Поляризация городов как следствие кризиса 90-х годов // Вестник Евразии. 2001. № 1. С. 5–29.
- Ким Дж.О., Мьюлер Ч.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / пер. с англ.; под ред. И.С. Енюкова. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
- Ланно Г.М. География городов. М.: ВЛАДОС, 1997. 480 с.
- Толстова Ю.Н. Основы многомерного шкалирования. М.: КДУ, 2006. 160 с.
- Трейвиш А.И. Мобильность и развитие общества в пульсирующем пространстве // География мирового развития. Вып. 3: сб. науч. тр. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 16–38.
- Cronon W. Nature's Metropolis: Chicago and the Great West. New York: W.W. Norton & Company, 1991. 592 p.
- Dash Nelson G., Rae A. An Economic Geography of the United States: From Commutes to Megaregions. PLoS ONE 11(11): e0166083. 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0166083.
- Everitt B.S., Hothorn T. A Handbook of Statistical Analyses Using R. 2009. URL: https://cran.r-project.org/web/packages/HSAUR/vignettes/Ch_multidimensional_scaling.pdf (дата обращения: сентябрь 2017).
- Hagler Y., Defining U.S. Megaregions. Regional Plan Association America 2050. New York, 2009. URL: http://www.america2050.org/upload/2010/09/2050Defining_US_Megaregions.pdf (дата обращения: сентябрь 2017).
- Khanna P. Connectography: Mapping the Global Network Revolution. New York: Weidenfeld & Nicolson, 2016. 496 p.

Kotkin J., Schill M. A Map of America's Future: Where Growth Will Be over the Next Decade // *New Geography*, 2013. 09 April. URL: <http://www.newgeography.com/content/003914-a-map-of-americas-future-where-growth-will-be-over-the-next-decade> (дата обращения: октябрь 2017).

PROCESSES OF INTEGRATION AND FRAGMENTATION OF ECONOMIC SPACE: THE STRUCTURE OF SETTLEMENT SYSTEMS

A.P. Goryunov, A.V. Belousova

Alexander Pavlovich Goryunov – Candidate of Economics, Deputy Director. Economic Research Institute FEB RAS, 153, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia, 680042. E-mail: alex.goryunov@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-7944-9422

Anna Vasilyevna Belousova – Candidate of Economics, Senior Research Fellow. Economic Research Institute FEB RAS, 153, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia, 680042. E-mail: belousova@ecrin.ru.
ORCID: 0000-0002-8780-8146

Abstract. This work presents a study of processes of integration and fragmentation caused by the polarization of economic space. Under integration in economic space the authors understand the formation of new and transformation of existing settlement systems, while fragmentation is the dissolution of settlement systems and their transformation into loosely connected settlement networks. The study focuses on the structure of settlement systems. Authors propose a new method for studying the structure of settlement systems, which combines the use of factor analysis, multidimensional scaling, and cluster analysis. The proposed method utilizes the maximum of available information about the social-economic status of settlements to reveal regularities in their spatial organization. The authors test the proposed method on 35 large cities of the Central and Volga federal districts of Russia, which comprise the spatial surroundings of Moscow. The authors find four groups of cities forming the core of the settlement system centered around Moscow, a group of four cities forming a buffer zone around that system, as well as four cities in the studied sample which do not participate in the settlement system.

Keywords: integration, fragmentation, structure of settlement system, economic space, cities

REFERENCES

- Demyanenko A.N. Russian Far East: The Formation of Economic Macroregion. *Regionalistika* [Regionalistics], 2017, vol. 4, no. 2, pp. 5–19. DOI: 10.14530/reg.2017.2. (In Russian).
- Zubarevich N.V. Changes of Center-Periphery Configuration of the Post-Soviet Space. *Vestnik Evrazii = Acta Eurasica*, 2001, no. 3, pp. 5–21. (In Russian).

This research was supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research No. 16-02-00300 'Processes of integration and fragmentation in the economic space of Russia'.

- Zubarevich N.V. Polarization of Cities as a Consequence of the Crisis of 90-ies. *Vestnik Evrazii = Acta Eurasica*, 2001, no. 1, pp. 5–29. (In Russian).
- Lappo G.M. *The Geography of Cities*. Moscow, 1997, 480 p. (In Russian).
- Tolstova Yu.N. *Foundations of Multidimensional Scaling*. Moscow, 2006, 160 p. (In Russian).
- Treyvish A.I. Mobility and Development of Society in the Pulsating Space. *Geography of World Development. Issue 3: Collection of Scientific Works*. Moscow, 2016, pp. 16–38. (In Russian).
- Kim J.-O., Mueller Ch.W., Klecka W.R. and etc. *Factorial, Discriminant and Cluster Analysis*. Translated from English. Edited by I.S. Enyukov. Moscow, 1989, 215 p. (In Russian).
- Cronon W. *Nature's Metropolis: Chicago and the Great West*. New York: W.W. Norton & Company, 1991, 592 p.
- Dash Nelson G., Rae A. *An Economic Geography of the United States: From Commutes to Megaregions*. PLoS ONE 11(11): e0166083, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0166083.
- Everitt B.S., Hothorn T. *A Handbook of Statistical Analyses Using R*. Available at: https://cran.r-project.org/web/packages/HSAUR/vignettes/Ch_multidimensional_scaling.pdf (accessed September 2017).
- Hagler Y. Defining U.S. *Megaregions*. Regional Plan Association. America 2050. New York, 2009. Available at: http://www.america2050.org/upload/2010/09/2050Defining_US_Megaregions.pdf (accessed September 2017).
- Khanna P. *Connectography: Mapping the Global Network Revolution*. New York: Weidenfeld & Nicolson, 2016, 496 p.
- Kotkin J., Schill M. A Map of America's Future: Where Growth Will Be over the Next Decade. *New Geography*, 2013, 09 April. Available at: <http://www.newgeography.com/content/003914-a-map-of-americas-future-where-growth-will-be-over-the-next-decade> (accessed October 2017).