

---

---

# МИРОВАЯ, НАЦИОНАЛЬНАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

## WORLD, NATIONAL AND REGIONAL ECONOMY

---

---

*Вестник Челябинского государственного университета.*  
2021. № 10 (456). Экономические науки. Вып. 74. С. 18–27.

УДК 331.556+332.1

DOI 10.47475/1994-2796-2021-11002

ББК 65.240.7+65.04

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**С. С. Гордеев**

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации,  
Челябинский филиал, Челябинск, Россия*

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00964  
«Моделирование и визуализация сценариев пространственного развития трансграничного макрорегиона  
на примере Урала и Северного Казахстана»

В условиях нестабильной региональной динамики и трансформации территорий вопросы пространственного сжатия требуют особого внимания при решении все более значимых проблем устойчивого развития. В статье построение моделей трансформации рассмотрено на примере исследования миграционной динамики Челябинской области — одного из ведущих индустриально развитых территориальных образований Урала. Многоуровневый анализ значений сальдо миграции и построение соответствующих моделей связано с обновлением ряда методических основ исследования региональной динамики и с адаптацией инструментария визуализации — проблемно-ориентированной обработки цифровой и графической информации. По результатам классификации территорий, наряду с моделями роста и сжатия, предлагается сформировать особый промежуточный класс моделей «пространственной реконструкции».

**Ключевые слова:** *пространственное развитие, миграция, регион, модели, анализ, визуализация.*

#### **Взаимосвязь проблем отрицательной миграции, устойчивости развития и пространственного сжатия**

В условиях разнообразия экономических, социальных и экологических перемен последнего времени число проблем устойчивого развития (sustainable development) существенно возрастает. Для социально-экономических систем проблематика устойчивого развития традиционно связана с проблемами роста и базируется на очевидном утверждении — замкнутая система при ограниченности ресурсов не может расти бесконечно. Исторически унаследованная траектория развития традиционно связана с пределами роста. Пределы роста таких систем обусловлены ограниченностью основных ресурсов жизнеобеспечения (D. H. Meadows, D. L. Meadows... The Limiting to Growth. N. Y., Potomac, 1974) и требованием удовлетворения потребностей без ущерба для возможностей будущих поколений (Commission

on Environment and Development (Our Common Future. UN, N. Y., 1987).

Вместе с тем по мере проявления глобальных проблем роста — «расширения» систем — на региональном уровне весьма явно проявляются проблемы неоднородной пространственной трансформации в форме пространственного сжатия. Пространственное сжатие региональных систем (далее — сжатие) рассматривается как противоположность роста. В более сложных ситуациях траектории развития региональных сложных многоуровневых систем определяются составляющими как расширения (разнонаправленного преимущественно экстенсивного роста), так и сжатия, а также более сложных форм трансформации (частичного сжатия и асимметричного роста).

Траектории развития пространственных систем определяются рядом ключевых социально-экономических факторов. Рост в социально-экономических системах традиционно связан с ростом чис-

ленности населения. Именно в рамках концепции роста численности населения традиционно рассматриваются траектории устойчивого глобального развития и ограничения для региональных систем. Для соответствующих сценариев роста сбалансированного (пропорционального по основным параметрам) традиционно формируются базовые системы показателей. Далее определяются прогнозы развития основных параметров устойчивого развития регионального уровня [5, 6, 12].

В настоящее время в России все более заметны региональные тренды снижения численности населения. Вне зависимости от причин возникновения подобные тренды далее определяют перспективы развития многих территорий. Помимо проблемных демографических факторов в регионах России все более очевидны не менее проблемные факторы межрегиональной миграции. Для подобных региональных систем неизбежны сценарии «частичного сжатия и асимметричного роста» с иными требованиями к моделям развития.

При рассмотрении региона как сложной неоднородной системы в условиях принципиально новой динамики преимущественно оттока населения (взамен традиционного роста) неизбежно затрагивается ряд основ развития региональных социально-экономических систем [9, 10]. В таких условиях неизбежно меняются методические положения формирования моделей. Далее неизбежно обновляется инструментарий исследования. Все подобные изменения в статье рассматриваются на примере противоречивой пространственной миграции населения Челябинской области. У сложной системы ведущего индустриально развитого регионального образования Урала рассматривается множество неоднородных территорий городских округов и муниципальных районов.

#### **Построение моделей ограниченного асимметричного сжатия — оценки трансформации при падении численности населения**

Традиционно решение задач регионального устойчивого развития связано с рассмотрением различных аспектов устойчивости и взаимодействия множества социальных, экологических и экономических факторов. Для сложных неоднородных региональных социально-экономических систем с проблемной динамикой численности населения, ключевые аспекты исследования устойчивого развития меняются. Принципиальным становится детальное исследование процессов *огра-*

*ниченного пространственного сжатия*. Данное концептуальное изменение означает переход от многомерных моделей *общего разнонаправленного развития (роста)* к более сложным моделям *ограниченного асимметричного сжатия — трансформации*.

При подобной смене моделей в первую очередь принципиально меняется система ограничений и приоритетов развития. Помимо пределов роста (ограничений по росту потребления ограниченных ресурсов) в таких случаях рассматриваются *пределы непропорционального сжатия — падение значений параметров до границы перехода системы в зону бифуркации (потери устойчивости)*. В данном случае бифуркация означает потерю пропорций сбалансированности между основными социально-экономическими параметрами.

При выходе на пределы роста социально-экономическая динамика процессов неизбежно замедляется. В условиях сжатия, при переходе в зону бифуркации, с разрушением социально-экономических пропорций динамика падения может существенно ускориться. Например, в случае существенного роста миграции и быстрого снижения численности населения могут обостриться проблемы содержания избыточных объектов социальной сферы (вплоть до их ликвидации с резким падением показателей качества жизни).

В данном случае неизбежно возникает проблема определения предела падения (противоположность пределу роста) — *нового уровня сбалансированного функционирования системы*. Подобное развитие систем связано с исследованием сложных нелинейных зависимостей и выхода на некоторые равновесные состояния в рамках исследования нелинейной динамики [15]. В исследованиях таких процессов важны междисциплинарные основы развития неравновесных структур в рамках «философии нестабильности» И. Пригожина [2].

Модели устойчивого развития регионов неизбежно отличаются от моделей более масштабных глобальных систем. Для территорий (городов и районов) сложной неоднородной региональной системы модели развития системы могут принципиально различаться. Переход территорий от динамики притока к динамике оттока населения предполагает смену моделей устойчивого развития. Такие модели существенно различаются по ограничениям, приоритетам и требованиям к сбалансированности основных социально-экономических параметров. Многообразие простран-

ственных преобразований обуславливает необходимость использования многих типов моделей.

Модели развития отдельных территорий сложных неоднородных региональных систем, несмотря на общность положений [7, 8], принципиально различаются [3]. В условиях подобного многообразия моделей выбор сценария развития определяется *в рамках классификации территорий по различию ключевых определяющих трендов региональной динамики*. Основы для классификации связаны с адаптацией ряда аспектов системного для анализа развития территорий (с рассмотрением: изменчивости трендов оттока населения, нелинейности, недостатка информации и др.).

Существенные различия трендов динамики численности в рассматриваемых условиях определяют классификацию территорий. Характер динамики притока и оттока населения становится *одним из ключевых признаков, определяющих классификацию территорий*. Рассматриваемая далее разница между притоком и оттоком населения — *сальдо миграции* — является одним из наиболее существенных факторов, определяющих изменение численности населения. Также этот показатель выступает одним из наиболее ярких индикаторов благополучия и социальной привлекательности территории.

Рассматриваемые операции анализа и классификации связаны с адаптацией средств визуализации и расширением сферы применения информационных технологий. Визуализация предполагает использование проблемно ориентированных технологий формирования графической информации в особых форматах на базе соответствующих цифровых характеристик (оценок). Агрегирование неоднородной информации и визуализация обеспечивают формирование специфических аналитических графических (точнее, комбинированных графическо-цифровых аналитических) моделей. Подобные графические модели характеризуют региональную систему как совокупность территориальных объектов на разных уровнях абстрагирования. Такие модели лучше традиционных цифровых отражают не полностью формализуемые закономерности. Визуализация характеристик территорий в подобном случае повышает информативность классических цифровых оценок.

Для рассматриваемых моделей трансформации появление угроз нелинейного спада и бифуркации *предполагает переход к двумерной оценке сальдо миграции*. К обычной оценке линейной функции

динамики миграции добавляется оценка скорости изменений самой функции (производной в понятии дифференциального исчисления). Оценка угроз регионального развития предполагает:

- на первом уровне — оценку текущей миграции территорий, сопоставление трендов относительно медианных значений и друг друга (характеристика динамики миграции по территориям);
- на втором уровне — оценку скорости изменения миграции территорий, скорость изменения динамики миграции в данной точке траектории (характеристика изменчивости динамики миграции по территориям: ускорение, замедление).

Подобные две группы оценок формируются в рамках соответствующих проблемно ориентированных алгоритмов ранжирования всей совокупности территорий. Оценка характеристик по двум рассмотренным критериям становится основой классификации территорий.

Исследования по классификации территорий неоднородной региональной системы связаны с организацией многоэтапной процедуры анализа. Организация подобной проблемно ориентированной процедуры предполагает обновление основ анализа в рамках методологии «мягких систем» — применения системного мышления к несистематическим ситуациям [13]. В данной методологии специфика процедуры анализа во многом определяется как первичными характеристиками рассматриваемых территорий, так и промежуточными результатами, позволяющими оперативно корректировать последующие этапы исследования. Разнообразие вариантов процедуры анализа и классификации сложных региональных систем велико. Ниже представлено использование рассмотренных основ и соответствующего инструментария визуализации на примере исследования динамики миграции населения городских округов и муниципальных районов Челябинской области.

#### **Оценка динамики миграции населения и классификации пространственного сжатия территорий Челябинской области**

В многоэтапной процедуре исследования пространственного сжатия по динамике миграции населения с классификацией территорий Челябинской области рассматриваются четыре основных этапа анализа пространственных трансформаций:

1. Определение ключевых характеристик динамики миграции важнейших территорий (идентификация спада и точек поворота траектории, оценка трендов на участках траектории).

2. Анализ текущих значений сальдо миграции по территориям.

3. Анализ изменчивости (текущих приращений) сальдо миграции (скорости изменения: ускорения — замедления по территориям).

4. Обобщающая классификация неоднородного множества территорий по двумерной оценке динамики (оценки величины и изменчивости сальдо миграции).

Из-за неоднородности территорий основные закономерности в наиболее значимых результатах по этапам представлены далее в графическом формате.

**Этап 1.** Определение ключевых характеристик миграционных процессов: идентификация динамики спада и точек поворота, оценка трендов (на траектории динамики миграции крупнейших городов региона). Подобные города, как традиционные центры «притяжения» населения, во многом определяют общую региональную динамику.

«Разворот» — смена трендов сальдо миграции с роста на падение — для территорий во многом индивидуален. Он идентифицируется по очевидным признакам «поворота» и смены трендов (в рамках анализа проблемно ориентированных графиков динамики миграции).

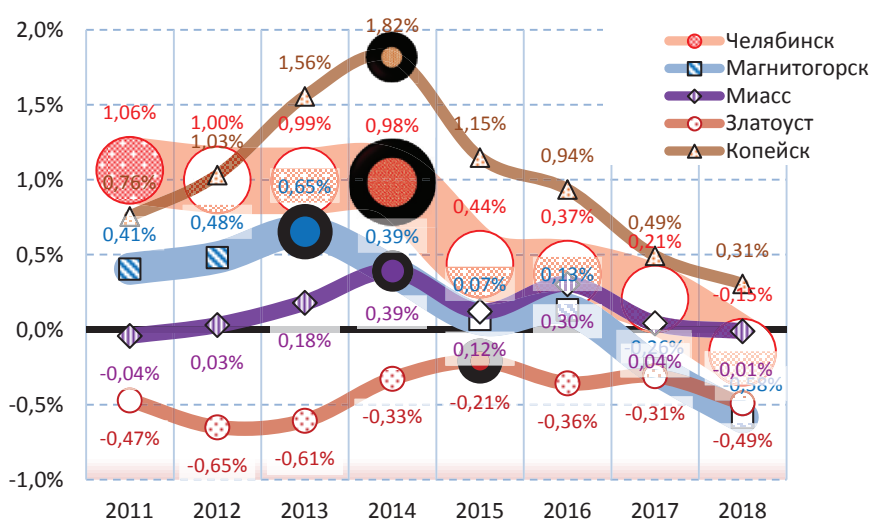


Рис. 1. Идентификация точек поворота траектории динамики миграции: приток (отток) населения крупнейших городов Челябинской области (в процентах от численности населения)<sup>1</sup>

Источник: составлено автором по данным Росстата.

На рис. 1 отражена динамика сальдо миграции пяти крупнейших городов Челябинской области в процентах от их численности (здесь и далее данные Росстата). Толщина линий временных рядов пропорциональна численности населения городов Челябинск, Магнитогорск, Златоуст, Миасс, Копейск (тыс. человек, 2018 г.). Точки резкой смены «перелома» трендов на отток населения выделены (см. выделенный круг). Становление негативных тенденций миграции ведущих территорий является первой из предпосылок перехода к моделям ограниченного асимметричного сжатия — трансформации.

Оценки динамики негативных миграционных трендов (см. рис. 2) указывает на смену перспективных приоритетов и смещение городов в зону отрицательного сальдо миграции. Негативные тренды миграции даже у крупнейших региональных агломерационных центров (мегаполис Челябинск и Магнитогорск) нетипичны для подобных городов (даже на фоне проблемных демографических тенденций России). Стабильность трендов снижения (с высокой достоверностью аппроксимации — более 0,9) однозначно указывает на перспективы «миграционной ямы» и дальнейшей потери населения крупнейшими городами региона в ближайшие годы.

**Этап 2.** Анализ текущих значений сальдо миграции по территориям позволяет получить характеристику различий текущей динамики миграции по всему множеству муниципальных об-

<sup>1</sup>Здесь и далее данные Росстата: База данных показателей муниципальных образований // Федеральная служба государственной статистики. <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst75/DBInet.cgi#1> (дата обращения: 15.10.2021).

разований (по значениям 2018 г.). Распределение территорий при ранжировании по величине сальдо миграции представлено на диаграмме (рис. 3). На рис. 3 группы разделены границами, а стрелки указывают направления изменений. Большинство значений сальдо миграции находится в отрицательной зоне. Очевидно, что подобное распределение отражает текущую региональную ситуацию, при которой к числу проблемных относится половина территорий.

Следует отметить нелинейность и асимметричность распределения значений (для анализа

на диаграмме представлены аппроксимации распределения: линейная и полиномиальная третьей степени). Отмеченные различия предопределяют основы для деления множества территорий на три группы (по критерию «приток — отток населения» относительно медианы «середины» для множества значений в распределении). Среди них:

- благоприятная группа территорий (сальдо выше или около нуля при росте или стабилизации численности);
- относительно нейтральная группа территорий, ограниченных негативными последствиями

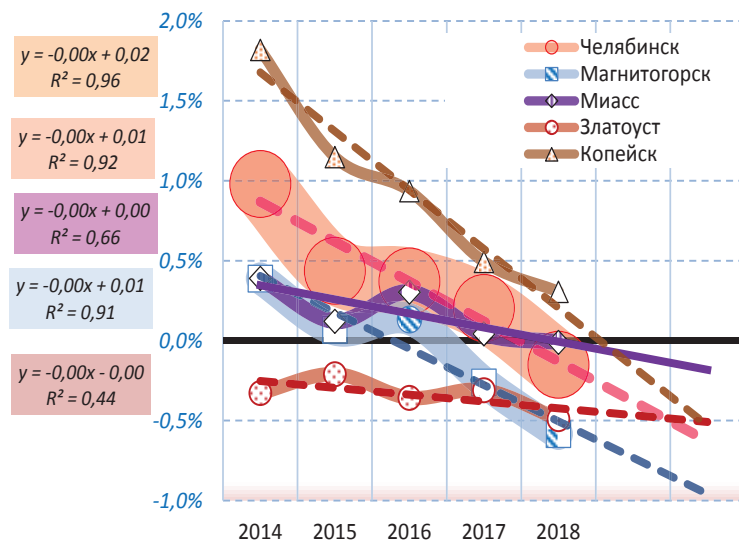


Рис. 2. Становление отрицательных трендов: сальдо миграции (в процентах от численности населения) после поворота траектории динамики крупнейших городов Челябинской области

Источник: составлено автором по данным Росстата.

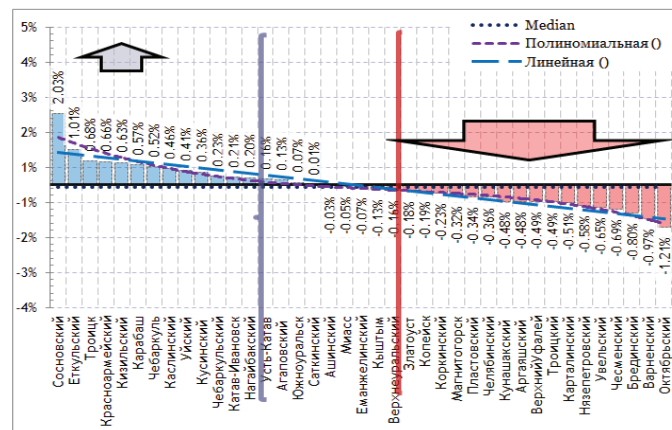


Рис. 3. Масштабы миграции: распределение территорий по критерию величины текущего сальдо миграции, аппроксимации распределения (линейная и полиномиальная третьей степени), признаки классификации муниципалитетов на три неоднородные группы

Источник: составлено автором по данным Росстата

миграции (отрицательное сальдо от нуля до медианы при ограниченном спаде);

- проблемная группа территорий существенной миграции (отрицательное сальдо ниже медианы).

**Этап 3.** Анализ изменчивости (текущих приращений) сальдо миграции по территориям при оценке ускорения (замедления) обеспечивает более точную характеристику перспектив. Ранжирование всех территорий по приращению сальдо миграции в 2018 г. приведено на рис. 4. Наложение негативных характеристик — отрицательное ускорение (замедление) в случае уже отрицательного сальдо миграции — указывает на угрозу быстрого ухода территории в зону «сжатия» и необратимых социально-экономических последствий.

Представленное распределение (по величине изменений) более однородное нежели предшествующее (по величине сальдо). Эмпирические оценки такого распределения предопределяют классификацию всех территорий региона на три сравнительно однородные по масштабам изменений группы:

- территории улучшения динамики;
- сохранения текущих трендов (околонулевые изменения 0,1–0,2 %);
- территории ухудшения динамики.

Следует отметить, что ни один из рассматриваемых пяти крупнейших городов не попал в группу территории улучшения динамики. Это указывает на существенные скрытые региональные проблемы.

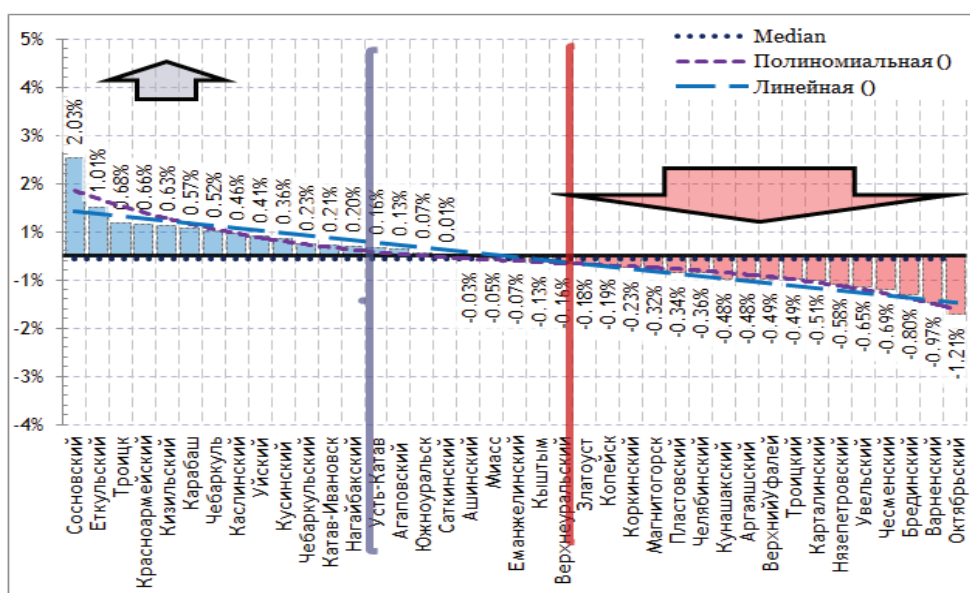


Рис. 4. Изменчивость миграции: распределение территорий по критерию приращения сальдо миграции, линейная аппроксимация распределения, признаки классификации муниципалитетов на три группы

Источник: составлено автором по данным Росстата.

**Этап 4.** Обобщающая классификация множества территорий различного масштаба по двумерной оценке динамики (по значению и скорости изменения сальдо миграции) интегрирует результаты предшествующих этапов исследования (см. рис. 5). Оценка характеристик миграции в аспекте «текущие состояние и направления перемен» увязана с масштабом перемен (пропорционально численности населения по муниципалитетам). На двумерной диаграмме площадь элементов диаграммы пропорциональна численности населения, а расположение отражает параметры динамики миграции.

В двумерной системе оценок:

- положительные значения сальдо миграции (по вертикали) указывают на принадлежность территории к группе «развития», отрицательные значения, наоборот, на принадлежность к группе «сжатия»;
- положительные значения, приращение сальдо миграции (смещение по горизонтали) указывают на принадлежность территории к зоне «роста перспектив», отрицательные значения, наоборот, указывают на принадлежность к группе «падения перспектив».

На рисунке в двумерной системе координат дополнительно отмечены:

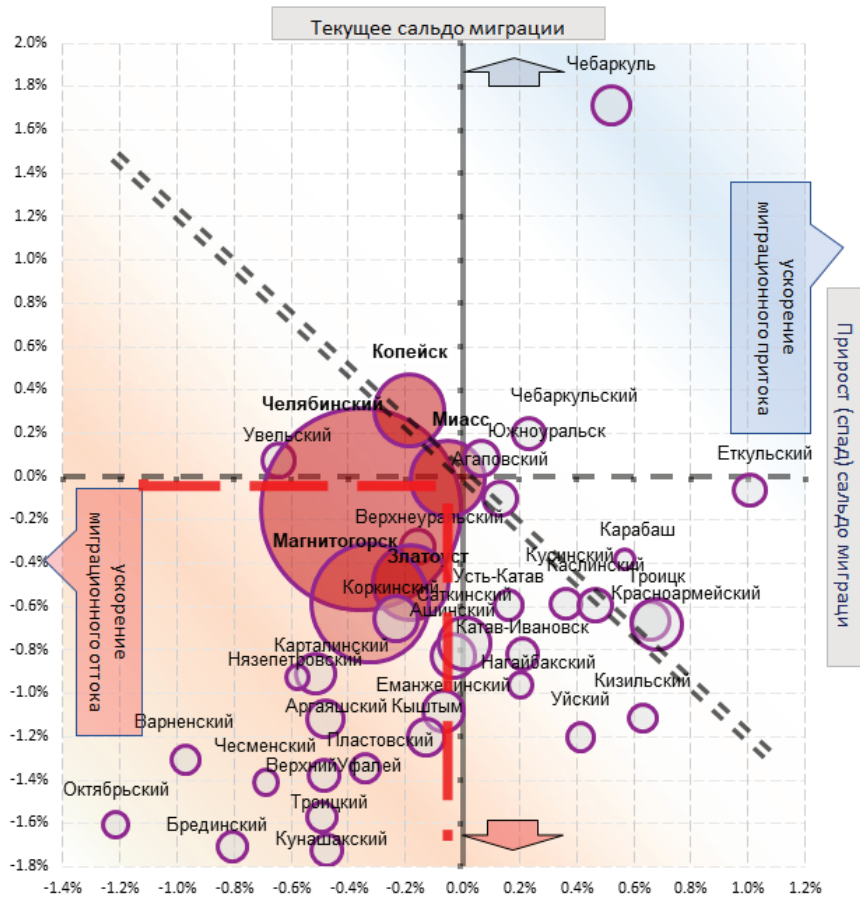


Рис. 5. Обобщающая классификация неоднородного множества территорий по двумерной оценке динамики (по значению скорости изменения сальдо миграции) с выделением отдельных групп территорий

Источник: составлено автором по данным Росстата

- проблемная зона для территории с обеими отрицательными характеристиками — ухудшающегося отрицательного сальдо миграции (нижний левый квадрант, ограниченный линиями). Именно в такую проблемную зону попадает большинство территорий Челябинской области, включая крупнейшие города;
- нейтральная зона (с точки зрения двух критериев), размещенная относительно диагонали;
- группа крупнейших городов (Челябинск, Магнитогорск, Миасс, Копейск), выделенных заливкой.

Интеграция информации на диаграмме в графическом формате обеспечивает основу для последующего многомерного анализа и классификации территорий, выбора той или иной модели, параметров и приоритетов.

### Модели «пространственной реконструкции» и управление преобразованием территорий

Специфичность развития Челябинской области во многом определяет проблемы миграционной

динамики и остроту противоречий. Результаты исследования характеристик неоднородной динамики притока и оттока населения из множества муниципальных районов и городских округов Челябинской области позволяют обновить ряд положений эффективного устойчивого развития для подобных региональных систем.

По результатам обобщающей классификации результатов исследований становится очевидным, что наряду с моделями роста и моделей сжатия для значительного числа территорий необходимо рассматривать некоторый промежуточный класс моделей, которые можно отнести к моделям «пространственной реконструкции». Сценарии «пространственной реконструкции» очевидны для подавляющего числа небольших муниципальных образований Челябинской области, включая основные города. Общие моменты и приоритеты задач пространственной реконструкции во многом определяются по результатам классификации территории, в том числе тем, относятся они к проблемной или пограничной зоне. Таким обра-

зом, устойчивое развитие региональных систем с проблемной динамикой следует рассматривать в рамках взаимосвязанной системы из трех классов моделей социально-экономического развития территорий, со своей спецификой решения задач пространственной реконструкции. Подобная дифференциация открывает новые возможности в решении задач перспективного пространственного развития.

Появление нескольких классов моделей позволяет детально рассмотреть специфику асимметричного пространственного развития. В рамках моделей пространственной реконструкции (противоречивых асимметричных преобразований) появляется больше возможностей для детального исследования многих, прежде выпадавших из рассмотрения факторов. Среди них: проблемы «эффекта колеи» (path dependence), ухода от предшествующей траектории [4, 11], изменений территориальных взаимосвязей в формате «центр — периферия» [1], деформации пространственной структуры при росте мобильности и агломерационных процессов [14].

Возможности практического использования результатов исследования далее связаны дета-

лизацией приоритетов пространственного развития и целей преобразования городской среды. Корректировка приоритетов и целей развития неизбежно отражается на многих аспектах регионального зонирования. Дополнительные перспективы связаны с рассмотрением вопросов синергии проектных решений (прежде всего инфраструктурных) и роста качества жизни населения.

Рассмотренные в исследовании основные закономерности пространственной трансформации и элементы инструментария, во многом универсальны и легко адаптируются для исследования многих неоднородных региональных систем со сложной структурой и противоречивой внутренней динамикой. Подобные прикладные исследования открывают новые возможности развития технологий многомерного анализа с использованием средств визуализации. Апробация нового инструментария способствует расширению границ исследований. Сюда добавляются качественно новые направления исследований взаимосвязанных социальных, экологических и экономических процессов.

### Список литературы

1. Бархатов В. И., Плетнев Д. А., Капкаев Ю. Ш. Центры и периферия Урала и Поволжья в условиях «новой нормальности» // Социум и власть. 2019. № 5 (79). С. 65–83.
2. Васильева Л. Н. Наследие И. Р. Пригожина и социальные науки // Социологические исследования. 2009. № 6. С. 28–37.
3. Гордеев С. С. Визуализация в системе моделей пространственного развития: на примере трансграничной территории Урала и северного Казахстана // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. 2019. № 1 (3). С. 9–29.
4. Гордеев С. С., Зырянов С. Г., Подопратора А. В. «Эффект колеи» в развитии социально-экономического пространства региона. Ч. 2: Кризисная трансформация «эффекта колеи» и ее последствия для Челябинской области // Социум и власть. 2020. № 1 (81). С. 30–43.
5. Зубаревич Н. В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 135–145.
6. Зырянов С. Г., Гордеев С. С., Понькина А. О. Интеграционные приоритеты пространственного развития муниципальных образований в условиях формирования цифровой экономики // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. 2018. № 2. С. 9–18.
7. Клейнер Г. Б. Государство — регион — отрасль — предприятие: каркас системной устойчивости экономики России. Ч. 1: Экономика региона. 2015. № 2. С. 50–52.
8. Клейнер Г. Б. Государство — регион — отрасль — предприятие: каркас системной устойчивости экономики России. Ч. 2: Экономика региона. 2015. № 3. С. 9–17.
9. Козлова О. А., Макарова М. Н. Оценка адаптации населения к изменениям условий жизнедеятельности с позиции конвергенции региональных систем расселения // Экономика региона. 2020. Т. 16, вып. 1. С. 84–96.
10. Козлова О. А., Соськова О. Н. Факторы пространственной дифференциации городского расселения промышленных регионов Урала и Зауралья // Ars Administrandi. Искусство управления. 2018. Т. 10, № 1. С. 64–79.

11. Растворцева С. Н. Теоретические аспекты возможности ухода экономики региона от траектории предшествующего развития // Журнал экономической теории. 2018. Т. 15, № 4. С. 633–642.
12. Bobylev S. N., Solovyeva S. V. Sustainable development goals for the future of Russia // Studies on Russian Economic Development. 2017. Vol. 28, no. 3. С. 259–265.
13. Checkland P. Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective // Systems Research and Behavioral Science. 2000. Vol. 17. С. 11–58.
14. Gordeev S. S., Zyryanov S. G., Sitkovskiy A. M. International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2020).
15. Remco I. L. The historical development of classical stability concepts: Lagrange, Poisson and Lyapunov stability // Nonlinear Dynamics. 2010. Vol. 59. P. 173.

### Сведения об авторе

**Гордеев Сергей Сергеевич** — кандидат экономических наук, заведующий лабораторией «Модели пространственного развития» Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Челябинский филиал, Челябинск, Россия. sgordeev222@gmail.com

*Bulletin of Chelyabinsk State University.*  
2021. № 10 (456). Economic Sciences. Iss. 74. Pp. 18–27.

## VISUALIZATION OF THE DYNAMICS OF REGIONAL MIGRATION AND SPATIAL TRANSFORMATION: THE CASE OF THE CHELYABINSK REGION

**S. S. Gordeev**

*Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Chelyabinsk, Russia. sgordeev222@gmail.com*

In the context of heterogeneous dynamics, the issues of transformation of territories in the format of spatial compression or acquire special importance in solving regional problems of sustainable development. The construction of transformation models is considered on the example of the study of migration dynamics and the specifics of the outflow of the population from the Chelyabinsk region, one of the leading industrially developed territorial formations of the Urals. Multilevel analysis of the migration balance values is associated with updating a number of methodological foundations of the study of regional dynamics and the adaptation of visualization tools - the use of graphic information. Based on the results of the classification of territories, along with the growth and contraction models, it is proposed to form a certain intermediate class of “spatial reconstruction” models.

**Keywords:** *spatial development, migration, region, models, analysis, visualization.*

### References

1. Barkhatov V. I., Pletnev D. A., Kapkaev Yu. Sh. (2019) *Sotsium i vlast'*, no. 5 (79), pp. 65–83 [in Russ.].
2. Vasilyeva L. N., Naslediye I. R. (2009) *Sotsiologicheskiye issledovaniya*, no. 6, pp. 28–37 [in Russ.].
3. Gordeev S. S. (2019) *Nauchnyy yezhegodnik Tsentra analiza i prognozirovaniya*, no. 1 (3), pp. 9–29 [in Russ.].
4. Gordeev S. S., Zyryanov S. G., Podoprighora A. V. (2020) *Sotsium i vlast'*, no. 1 (81), pp. 30–43 [in Russ.].
5. Zubarevich N. V. (2019) *Voprosy ekonomiki*, No. 1, pp. 135-145. [in Russ.].
6. Zyryanov S. G., Gordeev S. S., Pon'kina A. O. (2018) *Nauchnyy ezhegodnik Centra analiza i prognozirovaniya*, no. 2, pp. 9–18 [in Russ.].
7. Kleiner G. B. (2015) *Ekonomika regiona*, no. 2, pp. 50–52 [in Russ.].
8. Kleiner G. B. (2015) *Ekonomika regiona*, no. 3, pp. 9–17 [In Russ.].
9. Kozlova O. A., Makarova M. N. (2020) *Ekonomika regiona*, vol. 16, iss. 1, pp. 84–96 [in Russ.].
10. Kozlova O. A., Soskova O. N. (2018) *Iskusstvo upravleniya*, vol. 10, no. 1, pp. 64–79 [In Russ.].

11. Rastvortseva S. N. (2018) *Zhurnal ekonomicheskoy teorii*, vol. 15, no. 4, pp. 633–642 [in Russ.].
12. Bobylev S. N., Solovyeva S. V. (2017) Sustainable development goals for the future of Russia *Studies on Russian Economic Development*, vol. 28, no. 3, pp. 259–265.
13. Checkland P. (2000) *Systems Research and Behavioral Science*, vol. 17, pp. 11–58.
14. Gordeev S. S., Zyryanov S. G., Sitkovskiy A. M. (2020) *International Scientific and Practical Conference Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2020)*.
15. Remco I. L. (2010) *Nonlinear Dynamics*, vol. 59, p. 173.