

---

---

# МЕТОДИКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

---

---

УДК 911.6

## РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ПОГРАНИЧЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

© 2021 г. Н.А. Синицын

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
географический факультет, Москва, Россия  
e-mail: nicksinus@yandex.ru*

В статье рассматривается эволюция поверхности поля демографического потенциала межстоличного пространства России и Белоруссии за 113 лет по 3 срезам – 1897, 1989 и 2010 гг. Разработана методика районирования поверхности поля демографического потенциала, в основе которой – разложение поверхности на отдельные слагаемые, которые представляют собой наведённые потенциалы населённых пунктов. С помощью иерархического кластерного анализа выделяются группы точек со сходной структурой наведённых потенциалов. Такие кластеры являются районами поверхности демографического потенциала. В результате выделены пять типов районов – сферы доминирования, зоны влияния, области тяготения, вымороченные районы и хинтерланды. На поверхности демографического потенциала межстоличья России и Белоруссии выделяется порядка 20 районов. Её территориальная структура состоит из 3 больших частей. Хинтерланды Москвы и Минска – районы поверхности потенциала, где эти города имеют самую большую долю в структуре наведённого потенциала кластеров. «Реальное» межстоличье – районы поверхности потенциала, где наибольшая доля в структуре наведённого потенциала кластеров приходится на любые другие города, кроме столиц. Выделены основные процессы, наблюдавшиеся при эволюции поверхности демографического потенциала рабочего полигона: расширение хинтерланда Москвы и Минска, усложнение структуры хинтерланда Минска, исчезновение хинтерланда Рославля, рост хинтерланда Гомеля, сокращение хинтерланда Бобруйска, формирование вымороченного района с центром в Полоцкой агломерации, исчезновение вымороченного района на стыке Могилёвской, Брянской областей.

*Ключевые слова:* районирование, демографический потенциал, поверхность поля потенциала, иерархический кластерный анализ, города, межстоличье, Россия, Белоруссия.

DOI: 10.5922/1994-5280-2021-2-4

**Введение и постановка проблемы.** Многие исследования поля географического потенциала ограничиваются построением и описанием его карты. Поле, или поверхность демографического потенциала всей территории рассчитывается как суперпозиция (сумма) поверхностей потенциалов отдельных населённых пунктов. Поверхность потенциала отдельного населённого пункта вычисляется для каждой точки его окрестности по всей анализируемой территории. Величина наведённого потенциала населённого пункта в произвольной точке территории равна отношению числа жителей в населённом пункте

к расстоянию между расчётной точкой и поселением (1):

$$P_i = \frac{N_j}{R_j}, \quad (1)$$

где  $P_i$  – наведённый потенциал населённого пункта  $j$  в точке  $i$ ,  $N_j$  – людность населённого пункта  $j$ ,  $R_{ij}$  – расстояние между точками  $i$  и  $j$ .

Поскольку итоговая поверхность потенциала – сумма, то эту сумму для каждой точки территории можно разложить на отдельные слагаемые – величины наведённых потенциалов населённых пунктов территории. Вклад потенциалов разных поселений в сум-

марную поверхность будет различаться от точки к точке. С помощью кластерного анализа можно выделить наборы точек исследуемой территории со сходной структурой поверхности потенциала. Эти наборы точек и будут районами поверхности потенциала.

Районирование поверхности потенциала должно делить территорию на отдельные ареалы по принципу максимального тяготения к одному или нескольким населенным пунктам.

Для изучения истории пространственной эволюции сфер влияния Москвы и Минска в рамках исследования межстоличного пространства Российской Федерации и Республики Беларусь было решено использовать концепцию районирования поверхности поля потенциала расселения

Е.Е. Лейзерович применял похожий набор показателей для своего экономического микрорайонирования территории СССР [6]. Людность (статус) города и расстояние до него (через соседство и тяготение) – два важных фактора в его методике районирования. Отметим, что в типологии районов Е.Е. Лейзерович фактически выделял так называемые «медвежьи углы», или вымороченные районы, которые ввиду их слабой выраженности сложно отнести к тому или иному типу районов. В предлагаемом нами подходе, как будет показано далее, на периферии систем расселения также выделяются территории, которые можно рассматривать как вымороченные районы.

**Обзор ранее выполненных исследований.** Первое использование закона всемирного тяготения в социально-экономических исследованиях можно найти в публикации В. Рейли по методике изучения пространственных отношений в розничной торговле [17].

Концепция демографического потенциала была предложена американским астрофизиком из Принстона Дж. Стюартом в 40-х гг. XX в. Он увлекался социальной физикой и попробовал переложить физические закономерности на социальные явления. Дж. Стюарт изучал ареалы мест рождения учащихся вузов США: Принстона, Гарварда, Йеля, Вассара. Число студентов или выпускников учебного заведения в окрестности вуза было прямо пропорционально её численности населения и обратно пропорционально радиусу. Следовательно, число студентов или выпускников вуза из окрестности определённого радиуса должно быть пропорционально суммарному демографическому потенциалу штатов, попадающих

в окрестность точки, где находится вуз. Гипотезу подтвердила регрессия, связывающая этих два показателя. [18; 19].

Первая карта демографического потенциала была построена по материалам переписи населения США 1930 г. Расчёт потенциалов в точках производился для условных центров 24 районов, выделенных специально для этой цели. Потенциал между расчётными точками был получен с помощью интерполяции [19]. Дж. Стюарт вместе с В. Варгцем первыми экспериментировали с массами в формуле потенциала, взяв не население, а его совокупные доходы. У них же появляется карта поверхности демографического потенциала США, построенная уже по 87 точкам [20]. Наконец, в 1964 г., В. Варгц построил первую подробную карту поля демографического потенциала США по 3 105 точкам (центры графств) на компьютере IBM 7090. Если провести на ней самые низкопотенциальные тальвеги, то можно выделить 3 района: 1) громадный восточный район с центром в Нью-Йорке совпадает с бассейном речного стока Атлантического океана; 2) один небольшой район с центрами в Сиэтле и Портленде располагается в бассейне Тихого океана; 3) другой небольшой район, с центрами в Сан-Франциско и Лос-Анжелесе, включает в себя бассейн внутреннего стока и южную часть американского бассейна Тихого океана. Самые высокие значения демографического потенциала наблюдаются на длинном вытянутом «плато», протянувшимся от Нью-Йорка до Чикаго. На нём видны два «хребта» – от Бостона до Вашингтона и от Детройта до Питтсбурга. «Пик» Чикаго одиноко возвышается у западной границы «плато» и своего собственного «хребта» не образует. Обширный склон западной и южной экспозиции полого спускается от «плато» к водоразделу Скалистых гор и на берег Мексиканского залива. Он усеян множеством конусов крупнейших агломераций, некоторые из них довольно высоки [21].

В отечественную географию идея географического потенциала была внесена Ю.А. Медведковым. У него вышло несколько сборников по общим названием «Экономгеографическая изученность районов капиталистического мира» на тему использования математических методов в зарубежной социально-экономической географии. Во втором выпуске есть обзор работ на тему демографического потенциала [7]. Термин «демографический потенциал», в силу его неоднозначности, О.А. Евтеев и С.А. Ковалёв предложили заменить на «потенциал

поля расселения». Это переименование хорошо прижилось в русскоязычной традиции [2]. В отличие от зарубежных исследователей, советские специалисты восприняли ту часть концепции потенциала, которая связана с картографированием, но не со статистическим моделированием. Вероятно, первый опыт – карта потенциала поля расселения Тюменской области, составленная О.А. Евтеевым. В его статье появляется странная формула, заимствованная из работы Л. Косинского, которая посвящена анализу размещения населения в Польше:

$$P_i = N_i + \sum_j \frac{N_j}{2R_{ij}}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – потенциал в точке  $i$ ,  $N_i$  – людность населённого пункта, который располагается в точке  $i$ ,  $N_j$  – людность населённого пункта  $j$ ,  $R_{ij}$  – расстояние между точками  $i$  и  $j$ .

Л. Косинский, а в след за ним и О.А. Евтеев, складывают население, измеряемое в человеках, с потенциалом, который имеет размерность человек на метр или другую единицу длины. При анализе данной формулы необходимо отметить, что, во-первых, сумма двух слагаемых с разными единицами измерения не допускается в принципе, во-вторых, при таком подходе невозможно рассчитать потенциал по сетке, только для отдельных точек, где находятся населённые пункты, с последующей интерполяцией между ними.

Сама карта поля демографического потенциала в статье не приводится, но есть её хорошее описание. Она составлена по 406 точкам – городам и центрам сельсоветов, расчёты велись на компьютере М-20. Сопоставляя карту потенциала с картой плотности населения, автор отмечает, что они существенно различаются в деталях, хотя, на первый взгляд, похожи. На юге области расположен самый высокий пик Тюмени, к северу и востоку от него потенциал быстро падает. К юго-востоку от Тюмени выделяется небольшой «холм» города Ишим. Самая протяжённая структура поверхности потенциала – среднеобский «хребет» – длинная цепочка небольших поднятий и довольно высоких «гор», вроде Ханты-Мансийска, протянувшаяся от Берёзово до Нижневартовска. К северу от среднеобского «хребта» потенциал убывает почти до нуля, выделяется только «холм» в районе Салехарда и Лабытнанги [1].

Расчёт потенциала по формуле (2) критиковался довольно давно. Судя по всему, слагаемое с численностью населения добавляется в формулу (1) для решения проблемы бесконечного потенциала – при расчёте потенциала в точке, где расположен сам населённый пункт, расстояние равно нулю, следовательно, величина потенциала обращается в бесконечность. Свою методику для решения этого вопроса предлагал Ю.С. Фролов. Этот ленинградский географ также указывает на ошибочность формулы (2), указывая её вероятный первоисточник – статью О.Д. Дункана [11].

После завершения количественной революции интерес к концепции географического потенциала в западной географии снизился, хотя работы на эту тему продолжали выходить. Хороший обзор их можно найти в небольшом издании Д. Рича «Модели потенциала в географии человека». Это один из сборников серии CATMOG (Concepts and Techniques in Modern Geography), где каждая книга посвящена определённому количественному методу. Они напоминают сборники Ю.А. Медведкова, речь о которых шла выше. Д. Рич выделяет 5 вопросов, которые нужно решить перед построением поверхности поля географического потенциала:

- определить территорию расчёта (это не так просто, надо учесть часть окружения расчётной территории, чтобы уменьшить краевые эффекты);
- выбрать показатель, который будет использоваться в качестве массы;
- выбрать способ расчёта и единицы измерения расстояний – по прямой или по транспортным путям, в мерах длины или финансовых затрат;
- выбрать способ решения проблемы бесконечного потенциала при нулевом расстоянии;
- выбрать значение степени, в которую возводится расстояние; из закона Ньютона она считается равной 1, но не факт, что это справедливо для общественных явлений [16].

Были эксперименты с формулой потенциала. Например, М. О'Келли и М. Хорнер для характеристики демографического потенциала графств США вместо уравнения (1) пользовались другой формулой:

$$P_i = \frac{N_j}{e^{\beta \cdot R_{ij}}} \quad (3)$$

Выражение (3) хорошо тем, что здесь нет проблемы бесконечного потенциала при нулевом расстоянии – любое число в нулевой степени равно 1. Кроме того, здесь в степени экспоненты есть регуляризирующий параметр  $\beta$ , который можно подсчитать эмпирически, он выполняет такую же функцию, как и степень при расстоянии в обычной формуле потенциала [14].

Много сравнительно недавних зарубежных работ, где демографический потенциал рассматривается в качестве одного из факторов в регрессии. Б. Джонс пробовал предсказывать плотность населения в будущем по величине потенциала поля расселения в прошлом [13]. Н. Миддлтон и др. анализировали зависимость уровня самоубийств от многих социальных переменных, в том числе от демографического потенциала [15]. А. Браймох и Т. Ониши моделировали территориальную экспансию городской застройки Лагоса (Нигерия) между 1984 и 2000 гг. с помощью логистической регрессии. Среди прочих независимых переменных – демографический потенциал в 1984 г. и потенциал изменения плотности за рассматриваемый период [12].

В России среди постсоветских работ преобладают картографические исследования. А.В. Тикуновым выполнено картографирование поверхности демографического потенциала всего мира по координатной сетке в 12 минут, при расчёте учитывались города с плотностью более 20 тыс. чел., к которым «добавлялось» сельское население пропорциональное его доле в стране в целом. На основе потенциала поля расселения предлагается строить поверхности потенциала других показателей, например, национального богатства или ВРП, умножая значения потенциала на соответствующие подушевые показатели в разрезе стран [9].

Несколько карт поля потенциала создано в рамках работ над атласными информационными системами: для Байкальского региона и для приграничья России и Украины [10; 8].

С.П. Земцов, В.Л. Бабуринов и В.А. Барина использовали индекс инновационной активности региона в качестве массы при построении поверхности поля инновационного потенциала. Расчётная единица – регион, между центрами регионов выполнена интерполяция значений потенциала. Индекс инновационной активности региона был состав-

лен в виде суммы линейно нормированных показателей, отвечающих за инновационную активность (доля занятых с высшим образованием, число зарегистрированных патентов на одного занятого и др.) [5].

С.П. Земцов в своей кандидатской диссертации использовал концепцию потенциала для оценки ЭГП территории. Оно представляется в виде суммы бинарных переменных, которые отражают наличие или отсутствие в регионе незамерзающего порта, крупной агломерации и т.д. Эта величина является массой при расчёте потенциала. С.П. Земцов вместе с В.Л. Бабуриным развивают этот подход, оценивая ЭГП через две составляющие: внутрироссийскую – как наведённый потенциал других регионов в расчётной точке, масса – ВРП, и международную – как наведённый потенциал других государств в расчётной точке, масса – ВВП. Расстояние для международной составляющей вычисляется двумя способами. Для соседних с Россией государств и бывших республик СССР берётся расстояние по суше, для остальных – по суше до ближайшего незамерзающего порта, далее – по морю. [3; 4].

Однако, в работах С.П. Земцова и В.Л. Бабурина расчёт поверхности потенциала выполнен не по сетке, а по отдельным точкам с последующей интерполяцией. Это архаичный способ расчёта поверхности потенциала, которым пользовались в XX в. из-за недостатка вычислительных мощностей. В статьях того времени всегда особое внимание уделялось числу точек, по которым строилась поверхность. Это был главный лимитирующий фактор. Малое число точек не позволяет наблюдать детали поверхности, излишне её генерализирует, приводит к появлению артефактов, особенно по краям расчётного полигона.

#### **Материалы и методика исследований.**

Рассмотрим профиль поверхности потенциала (рис. 1), на котором лежит три города с разным населением: А – 100, Б – 200, В – 25 единиц (единицы измерения не имеют значения). Наведённый потенциал со стороны какого-нибудь города в точке профиля равен отношению плотности города к расстоянию между городом и точкой (формула (1)). Величина поверхности потенциала в точке профиля складывается из суммы наведённых потенциалов все трёх городов. Нетрудно

заметить, что вклад разных городов в поверхность потенциала существенно отличается в разных точках профиля. Даже визуально на профиле можно выделить наборы точек, где структура поверхности потенциала, т.е. соотношение наведённых потенциалов разных городов, будет сходным. Видно, что слева преобладает наведённый потенциал города А, а справа – города Б. Есть небольшой участок профиля, где доминирует малый город В.

Можно воспользоваться иерархическим кластерным анализом для выделения групп точек со сходной структурой поверхности потенциала. Метод k-средних здесь менее подходит – число кластеров заранее не известно. Поскольку анализируем структуру, перед кластеризацией необходимо в каждой точке перевести абсолютные значения наведённых потенциалов отдельных городов в доли от их суммы. Теперь можно приступать к расчёту матрицы евклидовых расстояний между точками профиля. После кластеризации строим дендрограмму и определяем число кластеров.

На профиле, представленном на рисунке 1, в результате иерархической кластеризации выделено 6 кластеров (они показаны полосами разных оттенков серого цвета под горизонтальной осью). Для анализа структуры поверхности потенциала кластеров удобно пользоваться круговыми диаграммами, которые приведены на врезке рисунка 1. Сектор – доля наведённого потенциала какого-то города в структуре поверхности потенциала всех точек кластера. Кластер 1 – зона влияния города А. Периферийные кластеры 2 и 3

похожи, но во втором преобладает город А, а в третьем – город Б. Кластер 4 тоже является частью периферии города Б, но здесь велика роль небольшого города В. Кластер 5 – зона влияния города В. Кластер 6 – зона влияния города Б.

Межстоличное пространство в данной статье рассматривается как совокупность нескольких регионов между столицами Российской Федерации и Республики Беларусь, а именно: Москва, западная часть Московской области, Смоленская, Калужская, Брянская, Витебская, Могилевская, Гомельская области и восточная часть Минской области с Минском. На этой территории были взяты все города с численностью жителей более 35 тыс. чел. на момент проведения последней переписи (Россия – 2010 г., Республика Беларусь – 2009 г.). При расчёте поверхности поля потенциала появляются краевые эффекты – её деформации вблизи границ рабочего полигона из-за недоучёта влияния городов, которые находятся сравнительно близко к границе рабочего полигона, но не попадают в него. Краевые эффекты сведены к минимуму. Во-первых, для расчёта поверхности потенциала учитывались основные (более 35 тыс. жителей) города регионов, граничащих с теми, которые рассматриваются как межстоличные. Во-вторых, были взяты ближайшие к межстоличным регионам города-миллионеры. Всего 77 населённых пунктов, в том числе, на территории Литвы, Латвии и Украины. Данные о численности населения в городах этих стран взяты из текущих оценок на 2010 г. Для всех 77 городов была

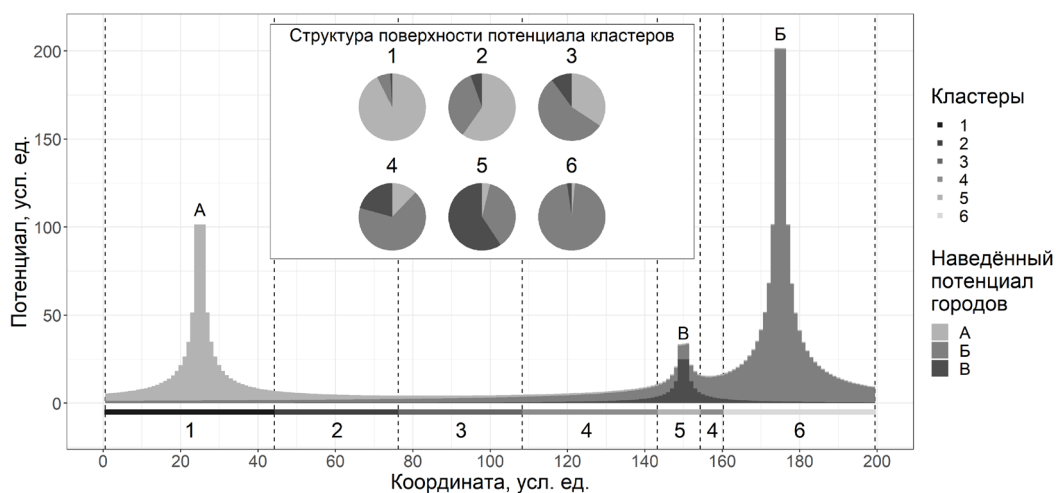


Рис. 1. Профиль поверхности поля потенциала расселения.

установлена численность населения по переписям 1897 г. и 1989 г. В некоторых случаях в 1897 г. города отсутствовали. В этих случаях их население принималось при расчётах либо в 100 человек, если на его месте не было даже крупного села, либо 1 000 человек, если таковое село имелось. Если населённый пункт не имел в 1897 г. статуса города, его людность в материалах переписи не приводилась, поэтому не бралась из других источников. Например, для местечка Фастов население получено из «Энциклопедии Брокгауза и Ефрона».

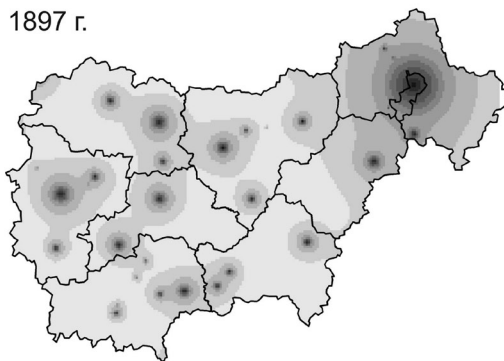
При расчёте потенциала степень для показателя расстояния принималась равной 2. Потенциал считался по сетке с размером ячейки 4 на 4 км, всего на рабочий полигон получилось 19,4 тыс. ячеек. Проблема обращения потенциала в бесконечность при расчёте его величины в самом городе для районирования поверхности не актуальна – можно взять среднее значение по соседним ячейкам, либо просто убрать из кластерного анализа 77 ячеек, где расположены города. В иерархической кластеризации при агломерации точек межкластерное расстояние вычислялось по методу Варда. После выделения кластеров для каждого из них были получены структурные диаграммы наведённых потенциалов. Они показывают, каков вклад каждого города в формирование поверхности потенциала поля расселения внутри кластера. Анализ и визуализация данных выполнены на языке R.

**Полученные результаты и их обсуждение.** За 113 лет (с 1897 по 2010 г.) набор основных городов, которым соответствуют высокие пики на поверхности потенциала, практически не изменился. Новые центры появились, в основном, в связи с развитием Минской и Московской агломераций (города-спутники столиц, выполняющие селитебные, научные, военные и промышленные функции). Среди других регионов новых центров меньше, они появлялись для крупных проектов освоения и переработки природных ресурсов – Светлогорск (Гомельская область, ГРЭС при торфоразработках), Сафоново (Смоленская область, добыча бурого угля), Солигорск (Минская область, добыча сильвинита и галита), Новополоцк (Витебская область, переработка нефти). Единственное исключение –

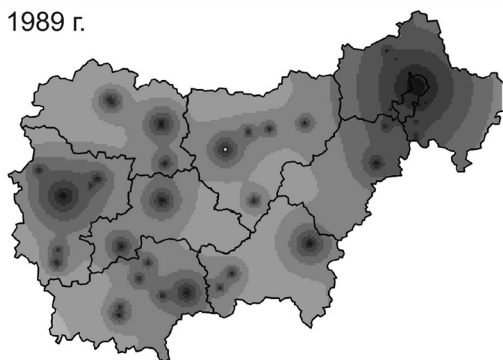
Калинковичи (Гомельская область) – центральное место.

Форма поверхности потенциала в общих чертах не изменилась, но в деталях заметны существенные перемены (рис. 2). В 1897 г. западная часть Витебской области находилась на склоне пика Вильнюса и Даугавпилса. В дальнейшем эта деталь исчезает. В 1897 г.

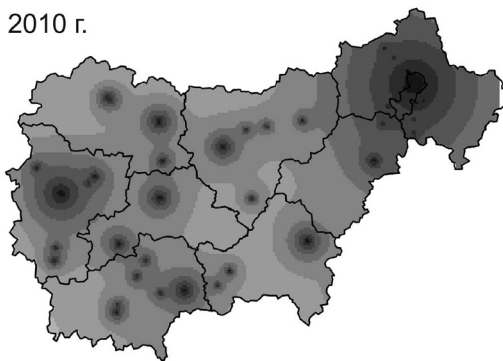
1897 г.



1989 г.



2010 г.



Десятичный логарифм  
демографического потенциала

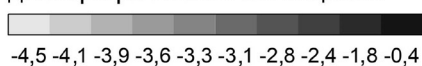


Рис. 2. Поверхности потенциала поля расселения межстоличья России и Белоруссии в 1897, 1989 и 2010 гг.

пик Минска практически не выделяется на фоне Могилева или Витебска. Москва же одиноко возвышается в восточной части рабочего полигона. В 2010 г. пик Минска уступает московскому, но он уже явно доминирует над окружающими пространствами. Ярко выраженный восточный склон Московского пика в 1897 г. простирается примерно на 220 км на запад, в 2010 г. – уже на более, чем на 400 км, доходя до межгосударственной границы. Примечательна депрессия в поверхности поля потенциала, которая сформировалась к 2010 г. на стыке Брянской, Смоленской и Могилевской областей. В 1897 г. города на поверхности демографического потенциала образовывали отдельные пики. К 2010 г. порядка половины из них слились в 2 больших хребта. Самый длинный протянулся в широтном направлении от Бобруйска, через Гомель, до Клинцов. Ещё один крупный хребет соединяет Витебск, Оршу и Могилев. Средняя величина потенциала поверхности за рассматриваемый период увеличилась в 100 раз с примерно 0,0001 чел. на м<sup>2</sup> до 0,01 чел. на м<sup>2</sup>.

Прежде чем анализировать карты районов, полезно обозначить пять основных типов районов, которые выделяются при районировании поверхности поля демографического потенциала. На рисунке 3 приведена схема поверхности для рабочего полигона из

трёх городов X, Y, Z с примерно одинаковой плотностью. В сфере доминирования города разница первой и второй долей в структуре наведённого потенциала района – примерно на порядок, а в зоне влияния – в несколько раз. В области тяготения доля первого города в структуре потенциала примерно равна доле второго по важности города, либо незначительно превышает её (до 2 раз). К вымороченным относятся те районы, которые не имеют сколько-нибудь выраженного лидера (или группы лидеров) в структуре поверхности потенциала. Хинтерланд города – группа кластеров, куда входят сфера доминирования, зона влияния, область тяготения города. Хинтерланд не обязательно должен включать в себя все эти три типа районов. У некоторых небольших городов он может состоять всего из одной области тяготения. Хинтерланды крупнейших городов включают обычно все три типа районов и имеют довольно сложную структуру.

Оттенки серого на рисунке 3 не тождественны цветам на рисунках 4, 5, 6, 7. Там они не отражают значимых характеристик районов, подобраны просто по принципу максимальной контрастности соседних полигонов.

Следует также различать «самостоятельные» и «несамостоятельные» районы. В структуре потенциала самостоятельных

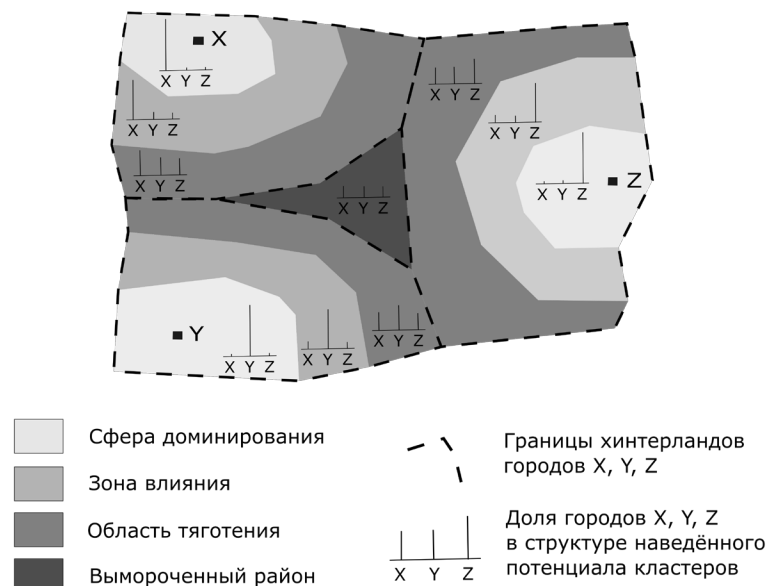


Рис. 3. Типы районов поверхности демографического потенциала для рабочего полигона из трёх городов X, Y, Z с примерно одинаковой плотностью.

районов максимальная доля приходится на тот город, который лежит в пределах самого района.

Обратимся теперь к картам и структурным диаграммам районов на разные даты и дадим к ним краткие комментарии.

#### **Карта и структурные диаграммы районов 1897 г.**

*Комментарии к районам 1897 г. (рис. 4):*

- г. Орёл, который не входит в территорию рабочего полигона, имел в то время столь большое влияние, в сравнении с Брянском и Калугой, что находился на втором месте по вкладу в поверхность потенциала 14 района.
- К востоку от Гомеля лежит вымороченный район 22, где примерно равные доли имеют города Клинцы, Новозыбков, Гомель и Москва.
- г. Минск был настолько незначительным центром, что свою сферу доминирования имел даже г. Бобруйск (20).
- Хинтерланд Минска (районы 15, 10) – довольно компактный и имеет более простой, по сравнению с Москвой, состав (нет своей зоны влияния). Причина такой конфигурации – небольшое население Минска в сравнении с окружающими крупными городами.
- К северу от Минска располагается уникальный район, у которого нет аналогов в 1989 и 2010 гг. – область тяготения г. Даугавпилса (4).

#### **Карта и структурные диаграммы районов 1989 г.**

Районов стало меньше – 19 штук, тогда как 100 лет назад – 24 (рис. 5).

*Комментарии к российским районам 1989 г. (рис. 5):*

- Хинтерланд Москвы практически не изменился. Сфера доминирования Москвы (1, 2) немного вышла за пределы современной Московской области, зона влияния (3) и область тяготения (7, 10, 13) Москвы остались прежними.
- Область тяготения Смоленска и Москвы (7) поглотила зону влияния Рославля.
- Зона влияния Смоленска сжалась (9), зона влияния Брянска, наоборот, немало расширилась (16).

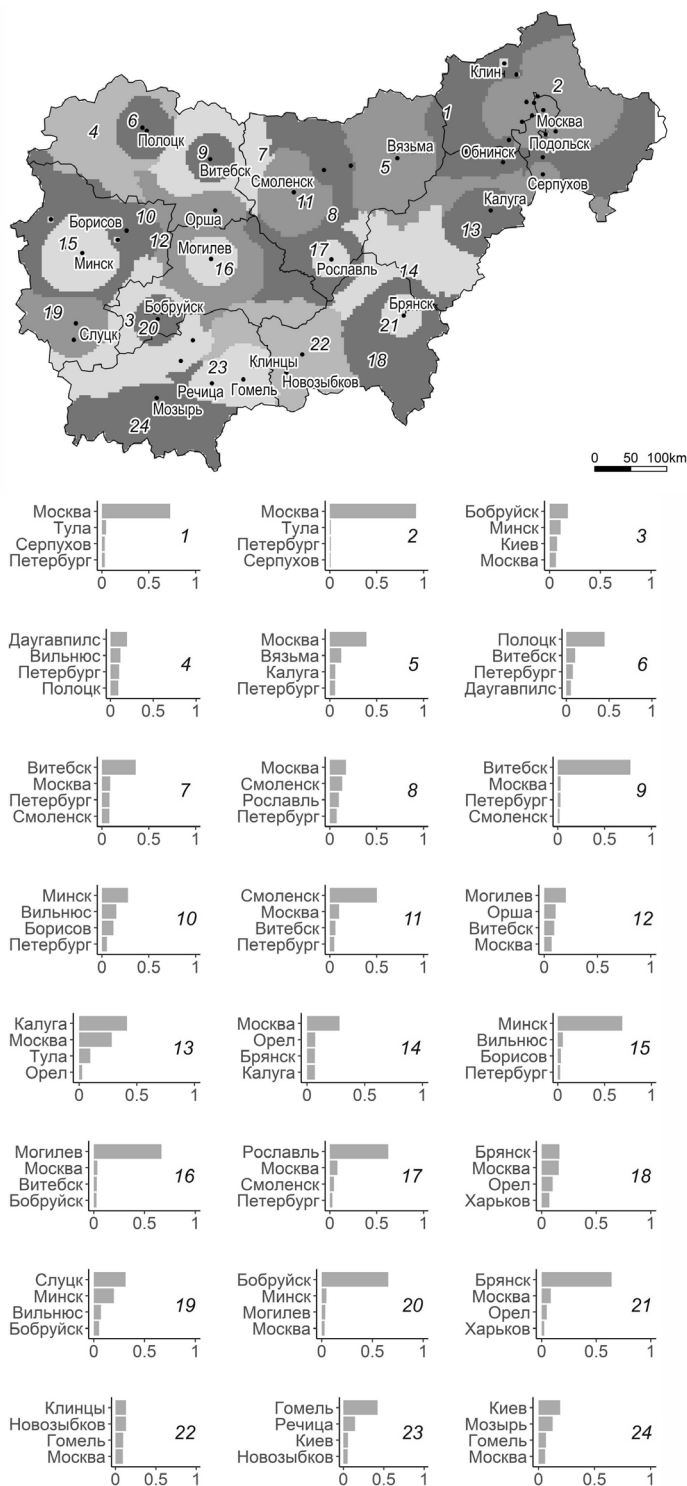
- Вымороченный район Клинцов и Новозыбкова (14) практически не поменял своих границ за 100 лет.

*Комментарии к белорусским районам 1989 г. (рис. 5):*

- Сфера доминирования Витебска (8) осталась прежней. Этому городу удалось нарастить свою зону влияния за счёт поглощения Орши и её окрестностей, которые 100 лет назад входили в зону влияния Могилева.
- Могилев утратил свою сферу доминирования. У него осталась только зона влияния (12), сильно урезанная в пользу соседних городов.
- Бобруйск потерял свою большую область тяготения: северная часть отошла в хинтерланд Минска, а южная – в область тяготения Киева.
- Крайне интересна ситуация с Гомелем, который в 1989 г. был вторым по величине городом страны с населением 501 тыс. чел. Тем не менее, он не только не имел своей сферы доминирования, но даже его зона влияния (18) по площади уступала зоне влияния соседнего Бобруйска, где население меньше почти в 2,5 раза. Гомель находится «в тени» Киева, до которого 200 км, а до Минска – 250 км, в тоже время население Киева 2 588 тыс. чел., а Минска – только 1589 тыс. чел. По этой же причине, к западу от Гомеля простирается северный край области тяготения Киева (19).
- Существенно изменился хинтерланд Минска. Южная часть Минской области остаётся отдельным районом (17), несмотря на близость к Минску, только теперь роль Слуцка играет Солигорск. Кольцо зоны влияния Минска (5) становится шире, особенно в северной части. Сфера доминирования Минска (11) сместилась к югу за счёт появления в северной части крупных городов-спутников – Жодино и Молодечно, а также роста Борисова.
- В западной части Витебской области сформировался самостоятельный район (4) с центром в Полоцкой агломерации.

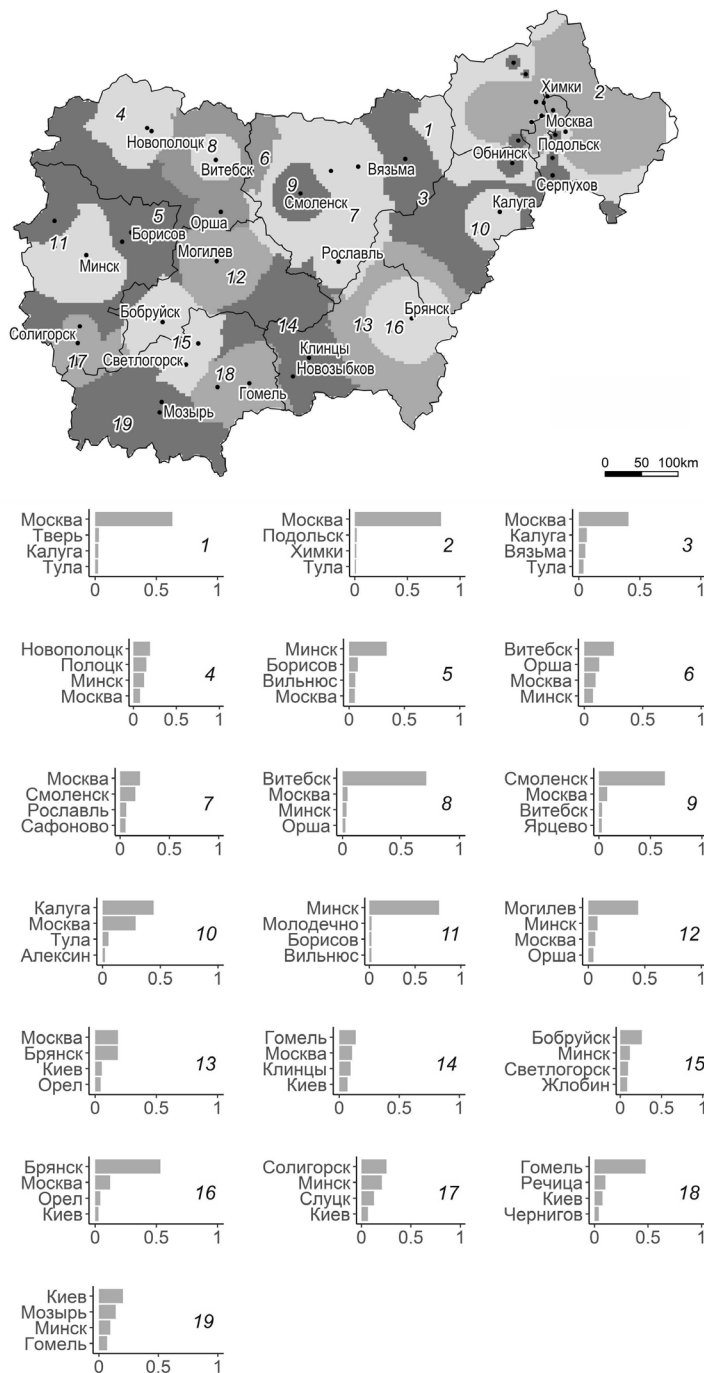
#### **Карта и структурные диаграммы районов 2010 г.**





**Рис. 4.** Районирование поверхности потенциала поля расселения межстоличья России и Белоруссии, 1897 г.

Примечание: номерами обозначены: 1 – сфера доминирования Москвы; 2 – сфера доминирования Москвы; 3 – область тяготения Бобруйска; 4 – область тяготения Даугавпилса; 5 – зона влияния Москвы; 6 – зона влияния Полоцка; 7 – зона влияния Витебска; 8 – область тяготения Москвы и Смоленска; 9 – сфера доминирования Витебска; 10 – область тяготения Минска; 11 – зона влияния Смоленска; 12 – область тяготения Могилева; 13 – область тяготения Калуги; 14 – зона влияния Москвы; 15 – сфера доминирования Минска; 16 – сфера доминирования Могилева; 18 – область тяготения Брянска и Москвы; 19 – область тяготения Слуцка; 20 – сфера доминирования Бобруйска; 21 – сфера доминирования Брянска; 22 – вымороченный район; 23 – зона влияния Гомеля; 24 – область тяготения Киева.



**Рис. 5.** Районирование поверхности потенциала поля расселения межстоличья России и Белоруссии, 1989 г.

Примечание: номерами обозначены: 1 – сфера доминирования Москвы; 2 – сфера доминирования Москвы; 3 – зона влияния Москвы; 4 – область тяготения Новополоцка и Полоцка; 5 – зона влияния Минска; 6 – зона влияния Витебска; 7 – область тяготения Москвы и Смоленска; 8 – сфера доминирования Витебска; 9 – зона влияния Смоленска; 10 – область тяготения Калуги и Москвы; 11 – сфера доминирования Минска; 12 – зона влияния Минска; 13 – область тяготения Москвы и Брянска; 14 – вымороченный район; 15 – зона влияния Бобруйска; 16 – зона влияния Брянска; 17 – область тяготения Солигорска и Минска; 18 – зона влияния Гомеля; 19 – область тяготения Киева.

*Комментарии к российским районам 2010 г. (рис. 6):*

- За постсоветский период содержание хинтерланда Москвы (1, 2, 3, 5, 11, 13), как и его площадь, в общих чертах, не изменились.
- Немного расширилась область тяготения Калуги (11). Доля её наведённого потенциала в структуре района уменьшилась, теперь она меньше, чем у Москвы.
- Окрестности Рославля перешли из области тяготения Москвы и Смоленска (3) в область тяготения Москвы и Брянска (13).
- В областях тяготения Смоленска (3) и Брянска (13) наблюдается рост доли Москвы. Вероятно, через 10 лет это уже будет зона влияния Москвы. Снижение численности населения Брянска и Смоленска продолжается, зоны влияния этих городов постепенно станут превращаться в их области тяготения.

*Комментарии к белорусским районам 2010 г. (рис. 6):*

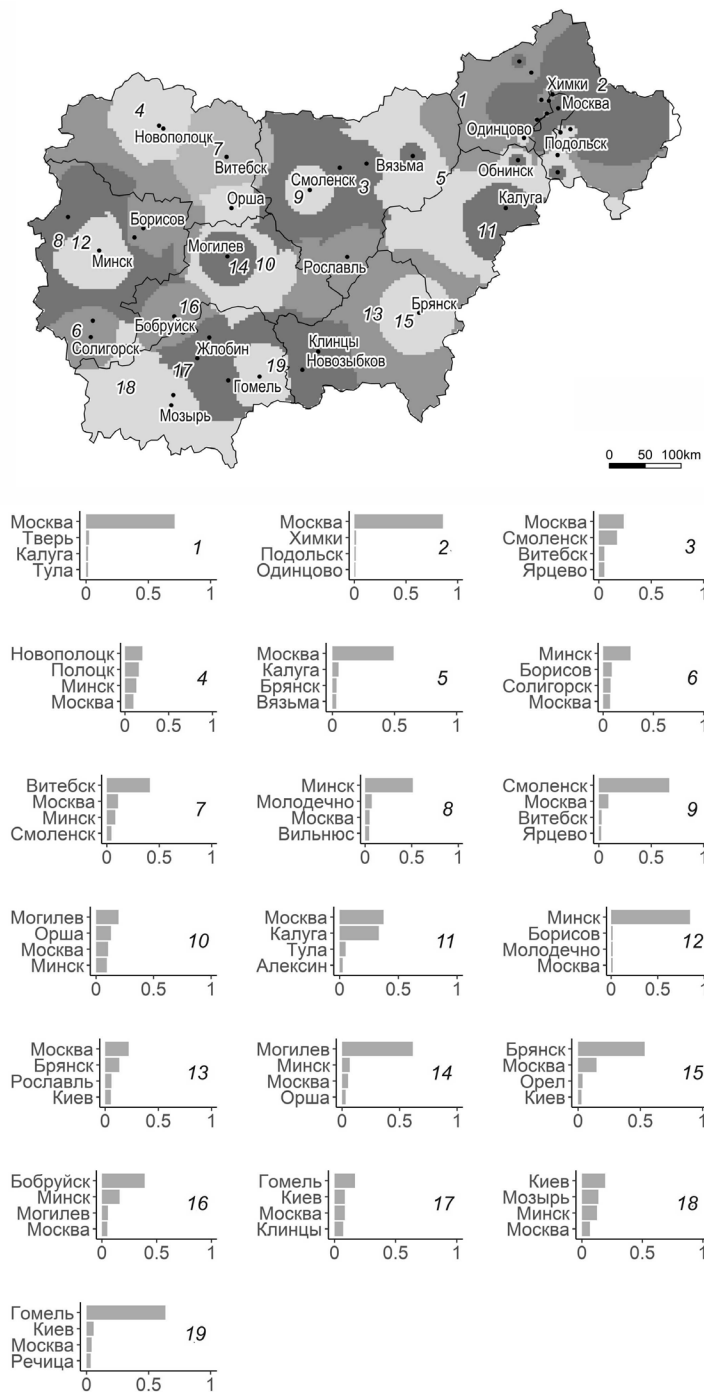
- У Гомеля появляется своя зона тяготения (17). Она складывается из вымороченного района, на стыке Брянской и Гомельской областей, существовавшего здесь предыдущие 100 лет, а также за счёт дальнейшего сокращения зоны влияния Бобруйска (16).
- Окрестности Орши переходят из области тяготения Минска в область тяготения Могилева (10). Как и в случае с Рославлем, дело здесь не в принципиальной перестройке местной системы расселения. Эти города находятся в точке, между двумя крупными центрами, где потенциалы крупных городов равны друг другу. Алгоритм кластеризации может с равной вероятностью относить их к области тяготения любого города.
- Усложняется и расширяется хинтерланд Минска (8, 6, 12). Область тяготения Минска и Солигорска присоединяется к зоне влияния Минска (6). Сама зона влияния делится на два района – ближняя периферия, где велико влияние Вильнюса и Молодечно (8) и дальняя, где второе и третье ме-

сто в структуре занимают Солигорск и Борисов (6). Структура хинтерланда Минска начинает напоминать московскую, только в миниатюре.

- Самостоятельный район Полоцкой агломерации (4) – новый претендент на звание вымороченного, доли всех четырёх крупнейших городов дифференцированы менее, чем в 2 раза. С учётом депопуляции Прибалтики можно ожидать формирования здесь новой глобальной депрессии в поверхности потенциала поля расселения межстоличья.

Для понимания макроструктуры районов поверхности демографического потенциала полезно проанализировать карту доминирующего потенциала (рис. 7). На ней можно относительно строго выделить территорию, которую следует рассматривать как «действительное» межстоличье. Это часть поверхности поля демографического потенциала, где доминирующими городами в структуре наведённого потенциала районов являются любые другие города, кроме Москвы и Минска. Влияние Москвы здесь уже уступает наведённому потенциалу крупных локальных центров, а влияние Минска ещё слишком мало. Любопытно, что за 113 лет конфигурация «истинного» межстоличья практически не изменилась. Хинтерланды Москвы и Минска лишь немного расширили свои границы. Московский – за счёт Брянской области, а минский – за счёт южной части Минской области и западной части Витебской. Следует отметить, что межстоличье грамотно рассматривать в контексте взаимодействия не только Минска и Москвы, но также и Киева – западная часть Гомельской области остаётся частью его хинтерланда.

Влияние Санкт-Петербурга на территорию рабочего полигона, по сравнению с Москвой и Минском, относительно невелико. В структуре поверхности наведённого потенциала Санкт-Петербург только в 1897 г. занимал третье место, а позднее вышел из лидеров. В 1989 и 2010 гг. ни в одном районе он не входил в 4 крупнейших по влиянию города, хотя его потенциал на территории рабочего полигона нельзя назвать малым. Невысокое влияние Санкт-Петербурга на территорию межстоличья связано с большим



**Рис. 6.** Районирование поверхности потенциала поля расселения межстоличья России и Белоруссии, 2010 г.

Примечание: номерами обозначены: 1 – сфера доминирования Москвы; 2 – сфера доминирования Москвы; 3 – область тяготения Москвы и Смоленска; 4 – область тяготения Новополоцка и Полоцка; 5 – зона влияния Москвы; 6 – зона влияния Минска; 7 – зона влияния Витебска; 8 – зона влияния Минска; 9 – зона влияния Смоленска; 10 – область тяготения Могилева; 11 – область тяготения Москвы и Калуги; 12 – сфера доминирования Минска; 13 – область тяготения Москвы и Брянска; 14 – зона влияния Могилева; 15 – зона влияния Брянска; 16 – зона влияния Бобруйска; 17 – зона тяготения Гомеля; 18 – область тяготения Киева; 19 – зона влияния Гомеля.

расстоянием до него. Он сильно севернее – 600 км от точки на границе между Оршей и Смоленском, тогда как до Киева – 470 км, до Москвы – 430 км, до Минска – 250 км. Потенциал же (согласно методике автора) убывает обратно пропорционально квадрату расстояния. Ещё одна причина невысокого влияния Санкт-Петербурга в том, что Москва расположена ближе к Витебской и Смоленской области, где влияние Санкт-Петербурга должно быть большим, чем к Гомельской области, где велико влияние Киева. Поэтому наведённый потенциал Москвы «забывает» потенциально возможную зону влияния Санкт-Петербурга, но не влияет на зону влияния Киева.

**Выводы.** Разработанная методика районирования поля демографического потенциала прошла проверку на материале межстоличья России и Белоруссии.

Стандартный анализ поверхности поля потенциала заключается в изучении её неровностей, своего рода, рельефа. Логика такого подхода близка к геоморфологическим изысканиям. Разложение поверхности потенциала в точке на отдельные слагаемые, т.е. наведённые потенциалы, в чём-то напоминает построение геологического разреза. Районы, выделенные по сходству структуры поверхности потенциала, похожи на геологические провинции.

Микрорайонирование территории межстоличья показано его сложную структуру, всего выделяется порядка 20 районов. Анализ трёх временных срезов за последние 113 лет показал, что эта структура не является статичной, хотя основные её элементы не изменились. Число районов со временем несколько уменьшилось – в 1897 г. было 24 района, в 1989 и 2010 гг. только 19. Несмотря на то, что первый рассматриваемый период длится 92 года, а второй – всего 21 год, в обоих случаях заметны не только количественные перемены, связанные с изменением границ существующих районов в процессе их сжатия или расширения, но и содержательные, связанные с появлением новых районов, исчезновением старых, а также слиянием и поглощением существующих.

По соотношению долей основных городов в структуре наведённого потенциала в кластере, выделяется несколько типов районов – сферы доминирования, зоны влияния,

1897 г.



1989 г.



2010 г.



Рис. 7. Ареалы кластеров с одинаковым доминирующим городом в структуре потенциала.

области тяготения, вымороченные районы. Совокупность первых трёх типов районов есть район более высокого иерархического уровня – хинтерланд. В зависимости от роли главного местного центра в границах кластера, районы подразделяются на самостоятельные и подчинённые. С помощью разработанной методики можно строго подойти к понятию межстоличья и выделить его границы.

Основной недостаток примененной методики – это неопределённость, которая стоит перед алгоритмом кластеризации, когда ему необходимо решить, к какому району круп-

ного центра отнести ячейки поверхности потенциала, находящиеся в области равенства наведённых потенциалов между этими центрами. Такая ситуация на рабочем полигоне наблюдается в окрестности Рославля и Орши в 1989 и 2010 гг.

Можно выделить шесть основных процессов, наблюдавшихся при трансформации поверхности поля потенциала межстоличья:

- рост хинтерландов Москвы и Минска;
- усложнение структуры хинтеланда Минска – в 1897 г. у него были только сфера доминирования и область тяготения, в 1989 г. область тяготения превратилась в зону влияния, в 2010 г.

зона влияния распалась на ближнюю и дальнюю периферию;

- рост хинтерланда Гомеля;
- сокращение хинтерланда Бобруйска;
- исчезновение хинтерланда Рославля;
- формирование нового вымороченного района с центром в Полоцке и Новополоцке.

**Благодарность.** Исследование выполнено в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-55-00002 «Межстоличье как фактор социально-экономического развития российско-белорусского приграничья»).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Евтеев О.А.* Карта потенциала поля расселения как особый вид изображения населенности территории // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 1969. № 2. С. 72-76.
2. *Евтеев О.А., Ковалёв С.А.* Население и трудовые ресурсы // Социально-экономические карты в комплексных региональных атласах. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1968. С. 67–90.
3. *Земцов С.П.* Инновационный потенциал регионов России: дисс. ... канд. геогр. наук: 25.00.24 / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2013. 233 с.
4. *Земцов С.П., Бабурин В.Л.* Оценка потенциалов экономико-географического положения регионов России // Экономика региона. 2016. № 1. С. 117–138.
5. *Земцов С.П., Бабурин В.Л., Баринова В.А.* Как измерить неизмеримое? Оценка инновационного потенциала регионов России // Креативная экономика. 2015. № 1 (97). С. 35–52.
6. *Лейзерович Е.Е.* Рекомендации по районированию территории СССР для целей расселения и районной планировки. М.: Стройиздат, 1988. 216 с.
7. *Медведков Ю.В.* Экономгеографическая изученность районов капиталистического мира. Вып. 2: Применение математики в экономической географии. М.: ВИНТИ, 1965. 162 с.
8. *Колосов В.А., Руденко Л.Г., Тикунов В.С., Герцен А.А., Головина Е.Д., Зотова М.В., Себенцов А.Б.* Атласная информационная система российско-украинского приграничья // ИнтерКарто ИнтерГИС. Вып. 20. Белгород: Константа, 2014. С. 22–24.
9. *Тикунов А.В.* Планетарные потенциалы социально-экономических явлений // Изв. РАН. Сер. геогр. 2003. № 6. С. 51–57.
10. *Тикунов В.С., Яблоков В.М.* Атласная информационная система Байкальского региона // ИнтерКарто ИнтерГИС. Вып. 19. Курск, 2013. С. 197–202.
11. *Фролов Ю.С.* Потенциал поля расселения и его картирование // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. геол. и геогр. 1975. № 24. С. 110–123.
12. *Braimah A.K., Onishi T.* Spatial determinants of urban land use change in Lagos, Nigeria // Land Use Policy. 2007. № 24 (2). P. 502–515.
13. *Jones B.* Assessment of a gravity-based approach to constructing future spatial population scenarios // Journal of Population Research. 2014. № 31 (1). P. 71–95.
14. *O'Kelly M.E., Horner M.W.* Aggregate accessibility to population at the county level: U.S. 1940–2000 // Journal of Geographical Systems. 2003. № 5(1). P. 5–23.
15. *Middleton N., Gunnell D., Frankel S., Whitley E., Dorling D.* Urban–rural differences in suicide trends in young adults: England and Wales, 1981–1998 // Social Science & Medicine. № 57 (7). P. 1183–1194.
16. *Rich D.C.* Potential Models in Human Geography. Norwich: University of East Anglia. 1980. 38 p.
17. *Reilly W.J.* Methods for the study of retail relationships // University of Texas Bulletin. 1929. № 2944. P. 7–50.
18. *Stewart J.Q.* The Gravity of the Princeton family // Princeton Alumni Weekly 1940. Vol. 40. P. 409–410.
19. *Stewart J. Q.* An inverse distance variation for certain social influences // Science. 1941 Vol. 93. P. 89–90.
20. *Stewart J.Q., Warntz W.* Macrogeography and Social science // Geographical Review. 1958. Vol. 48. № 2. P. 167–184.
21. *Warntz W.A.* New map of the surface of population potentials for the United States, 1960 // Geographical Review. 1964. Vol. 54. № 2. P. 170–184.

Поступила в редакцию 25 апреля 2021 г.

После доработки 25 июня 2021 г.

Статья принята к публикации 28 июня 2021 г.

**Об авторе**

*Синицын Никита Александрович* – инженер кафедры экономической и социальной географии России географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

**Для цитирования:**

*Синицын Н.А.* Районирование российско-белорусского пограничья с использованием метода демографического потенциала // Региональные исследования. 2021. № 2. С. 32–47.

DOI: 10.5922/1994-5280-2021-2-4

## Regionalization of Russia-Belarus borderlands with demographic potential method

N.A. Sinitsyn

*Lomonosov Moscow State University, Department of Geography, Moscow, Russia*

*e-mail: nicksinus@yandex.ru*

This article is dedicated to the question of demographic potential surface zoning. The area of study is inter capital space between Moscow and Minsk. Three surfaces were analysed for three census years – 1897, 1989 and 2010. A method for zoning of demographic potential surface has been developed. It is based on the decomposition of the surface into separate terms. Terms are the induced potentials of settlements. It is possible to identify groups of points with a similar structure of induced potentials with the help of hierarchical cluster analysis. Such clusters will be the regions of demographic potential surface. Five types of regions were defined – spheres of dominance, zones of influence, areas of gravity, residual regions and hinterlands. There are about 20 regions on the surface of demographic potential of the inter capital region of Russia and Belarus. Its territorial structure consists of 3 large parts. The hinterlands of Moscow and Minsk are areas of the potential surface, where these cities have the largest share in the structure of the induced potential of clusters. “Real” inter capital space are areas of the potential surface, where the largest share in the structure of the induced potential of clusters belongs to any other cities, except capitals. The main processes of the evolution of demographic potential are following: expansion of the hinterlands of Moscow and Minsk, complication of the Minsk’s hinterland structure, disappearance of Roslavl’s hinterland, growth of the Gomel’s hinterland, reduction of the Bobruisk’s hinterland, formation of the residual area centered in the Polotsk agglomeration, disappearance of the residual area in the Mogilev and Bryansk regions.

*Key words:* zoning, gravity model of demographic potential, surface of demographic potential field, hierarchical cluster analysis, city, inter capital space, Russia, Belarus.

### REFERENCES

1. Evteev O.A. The map of the potential of the settlement field as a special type of image of the population of the territory. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografija*, 1969, no. 24, pp. 72–76. (In Russ.).
2. Evteev O.A., Kovaljov S.A. Population and workforce. In: *Social’no-jekonomicheskie karty v kompleksnyh regional’nyh atlasah* [Social and economic maps in regional atlases]. Moscow: Faculty of Geography Moscow St. Univ., 1968, pp. 67–90. (In Russ.).
3. Zemcov S.P. *Innovacionnyj potencial regionov Rossii* [Innovational potential of Russian regions]. PhD thesis in Geography, Moscow, 2013. 233 p. (In Russ.).
4. Zemcov S.P., Baburin V.L. Assessing the potential of economic-geographical position for Russian regions. *Jekonomika regiona*, 2016, no. 1, pp. 117–138. (In Russ.).
5. Zemcov S.P., Baburin V.L., Barinova V.A. How to measure the immeasurable? Assessment of the innovative potential of Russian regions. *Kreativnaja jekonomika*, 2015, no. 1 (97), pp. 35–52. (In Russ.).
6. Lejzerovich E.E. *Rekomendacii po rajonirovaniju territorii SSSR dlja celej rasselenija i rajonnoj planirovki* [Recommendations for zoning of the USSR territory for the purposes of settlement and regional planning.]. Moscow: Strojizdat Publ., 1988. 216 p. (In Russ.).
7. Medvedkov Ju.V. *Jekonomgeograficheskaja izuchennost’ rajonov kapitalisticheskogo mira, vyp. 2. Primenenie matematiki v jekonomicheskoi geografii* [Economic and geographical studies of the capitalist world regions. Iss. 2. Applications of math in economic geography]. Moscow: VINITI Publ., 1965. 162 p. (In Russ.).
8. Kolosov V.A., Rudenko L.G., Tikunov V.S., Herzen A.A., Golovina E.D., Zolotova M.V., Sebentsov A.S. Atlas information system of the Russian-Ukrainian border area. *InterKarto InterGIS*, 2014, no. 20, pp. 22–24. (In Russ.).
9. Tikunov A.V. Planetary potentials of social and economic events. *Izvestija RAN Ser. geograficheskaya*, 2003, no. 6, pp. 51–57. (In Russ.).
10. Tikunov V.S., Jablovkov V.M. Atlas information system of the Baikal region. *InterKarto InterGIS*, 2013,

- no. 1, pp. 197–202. (In Russ.).
11. Frolov Ju.S. Potential of the settlement field and its mapping. *Vestnik Leningradskogo universiteta. Seriya: geologiya i geografiya*, 1975, no. 24, pp. 110–123. (In Russ.).
  12. Braimoh A.K., Onishi T. Spatial determinants of urban land use change in Lagos, Nigeria. *Land Use Policy*, 2007, no. 24 (2), pp. 502–515.
  13. Jones B. Assessment of a gravity-based approach to constructing future spatial population scenarios. *Journal of Population Research*, 2014, no. 31 (1), pp. 71–95.
  14. O'Kelly M.E., Horner M.W. Aggregate accessibility to population at the county level: U.S. 1940–2000. *Journal of Geographical Systems*, 2003, no. 5 (1), pp. 5–23.
  15. Middleton N., Gunnell D., Frankel S., Whitley E., Dorling D. Urban–rural differences in suicide trends in young adults: England and Wales, 1981–1998. *Social Science & Medicine*, 2003, no. 57 (7), pp. 1183–1194.
  16. Rich D.C. *Potential Models in Human Geography*. Norwich: University of East Anglia Publ., 1980. 38 p.
  17. Reilly W.J. Methods for the study of retail relationships. *University of Texas bulletin*, 1929, no. 2944, pp. 7–50.
  18. Stewart J.Q. The Gravity of the Princeton family. *Princeton Alumni Weekly*, 1940, vol. 40, pp. 409–410.
  19. Stewart J.Q. An inverse distance variation for certain social influences. *Science*, 1941, vol. 93, pp. 89–90.
  20. Stewart J.Q., Warntz W. Macrogeography and Social science. *Geographical Review*, 1958, vol. 48, no. 2, pp. 167–184.
  21. Warntz W.A. A New map of the surface of population potentials for the United States, 1960. *Geographical Review*, 1964, vol. 54, no. 2, pp. 170–184.