



МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЦЧР (КУРСКОЙ, ВОРОНЕЖСКОЙ И БЕЛГОРОДСКОЙ) НА ПЕРСПЕКТИВУ С УЧЕТОМ ДЕМОГРАФО-РАССЕЛЕНЧЕСКОГО ПРОГНОЗА

Н. В. Яковенко, д. г. н., главный научный сотрудник, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, *n.v.yakovenko71@gmail.com*, г. Воронеж, Россия,
Н. В. Чугунова, к. г. н., доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Аннотация. В статье актуализируется проблема моделирования и развития региональных систем расселения приграничных областей ЦЧР (Курской, Воронежской и Белгородской) на перспективу с учетом демографо-расселенческого прогноза. Рассмотрена теория центральных мест Кристаллера — Лёша для математического моделирования региональных систем расселения. В рамках теории «диффузии инноваций (нововведений)» Т. Хагерстранда разработана адекватная математическая модель, позволяющая получить достаточно верный прогноз развития системы расселения на среднесрочную перспективу. Применена компьютерная программа, основанная на разработанном математическом аппарате, позволяющая прогнозировать на среднесрочную перспективу долю городских жителей региона. Доказано, что при метрополисном развитии региона во многих малых городах и ПГТ количество жителей сначала увеличивается на 5...10 % за счет переселения жителей из ближайших поселков сельского типа. После этого количество жителей уменьшается на 10...30 % за счет переселения жителей из малых городов и ПГТ в крупные города-метрополи. Обосновано, что метрополисное развитие с 2022 по 2034 г. прогнозируется практически одинаковым для приграничных областей ЦЧР (Воронежской, Курской и Белгородской областей): доля городского населения увеличится в среднем с 68,3 % в 2022 г. до 69,7 % в 2034 г.

Abstract. The article actualizes the issue of modeling the development of regional settlement systems in the border regions of the Central Black Soil Region (Kursk, Voronezh and Belgorod) in the future, taking into account the demographic and settlement forecast. The central place theory of Kristaller-Lesch for mathematical modelling of regional settlement systems is considered. In the framework of Hagerstrand's theory of "diffusion of innovation" the adequate mathematical model has been developed to provide a reasonably accurate forecast of the development of the settlement system in the medium term. The computer programme, based on a developed mathematical apparatus, was used to forecast the proportion of urban dwellers in the region in the medium term. It has been proved that in many small cities and towns the number of residents increases by 5...10 % at first, due to the resettlement of residents from the nearest rural settlements. 10 % due to the resettlement of residents from nearby rural settlements. After that the number of inhabitants decreases by 10...30 % due to the relocation of residents from small towns and small towns to large metropolitan areas. It is substantiated that the metropolitan development from 2022 to 2034 is predicted to be almost the same for the border regions of the Central Black Soil Region (Kursk, Belgorod and Voronezh regions): the share of urban population will increase from 68.3 % on average in 2022 to 69.7 % in 2034.

Ключевые слова: система расселения, метрополисное развитие, приграничные территории.

Keywords: settlement system, metropolitan development, border areas.

Введение. Для управления устойчивым развитием регионов РФ необходимо своевременно выявлять тенденции изменения и прогнозировать численность населения региона и характер их системы расселения. В современной экономике постепенно утверждается трактовка экономического пространства как силового поля, в котором детерминирующими элементами выступают полюсы роста, а процессами — диффузия новшеств. Метрополизация, то есть повышение роли городов-лидеров в реализации консолидирующих и прогрессивно-важных функций, приводит к про-

странственной трансформации территориальной организации общества [1]. Процессы метрополизации в каждом регионе имеют свои особенности, поэтому необходим методический аппарат, позволяющий выявить особенности и тенденции развития системы расселения данного региона, а также прогнозировать развитие системы расселения региона на краткосрочную и среднесрочную перспективу.

Целью данной работы являлась разработка модели развития региональных систем расселения, позволяющей выполнить демографо-расселен-

ческий прогноз на 10...20 лет, на примере приграничных областей ЦЧР (Курской, Воронежской, Белгородской).

Материалы и методы исследования

В процессе установления общественно-географических особенностей формирования и развития региональных систем расселения приграничных областей ЦЧР использованы общенаучные (методы анализа и синтеза, метод обобщения, описательный метод, метод моделирования, метод систематизации, исторический метод, математико-статистический метод, метод формализации, графический метод), конкретно научные (сравнительно-исторический и сравнительно-географический методы, метод ГИС-моделирования, картографический метод, центрографический метод), специальные и оригинальные методы общественной географии (метод «ранг—размер», метод оценочно-прогностического моделирования).

Результаты и обсуждение

Предыдущие исследования авторов дали возможность обосновать некоторые выводы по развитию метрополитанских систем расселения приграничных территорий ЦЧР. Установлено, что во всех областях вне прямого влияния метрополии (антиметрополии сформированы экзометрополии) работают центрально-периферийные системы пространственной организации экономики (и власти). В Белгородской области к экзометрополиям можно отнести города: Валуйки, Алексеевка; и города Воронежской агломерации (Борисоглебск, Калач, Россошь) и Курской — Железногорск. Курскую агломерацию отличает слабое развитие внегородских узлов.

Для Старооскольско-Губкинской агломерации также характерно недостаточное развитие внегородских узлов. В рассматриваемых городах-метрополиях сосредоточено от 46 до 63 % населения ареала метрополисов. В среднем 74 % населения метрополитанского ареала является городским. В территориальной структуре метрополисов площадь основного ядра и внутригородских узлов в среднем (за исключением Курской метрополии) невелика и составляет 6,6 % от площади города-метрополиса. Отметим также, что формирование и развитие метрополисов и метрополитанских ареалов в ЦЧР не завершено, процессы характеризуются высоким уровнем динамизма, формируются новые внутри- и внегородские узлы, происходит сокращение численности населения вне метрополий и увеличение в ареале метрополисов. По вопросу густонаселенности

антиметрополий вне основного ареала установилась ситуация неустойчивого равновесия [2—6].

К настоящему времени разработано большое количество моделей развития систем расселения, позволяющих на качественном или количественном уровне описать закономерности расселения. Геометрические модели В. Кристаллера и А. Лёша основываются на предположении о высокой однородности свойств территории и оперируют категориями пространственной и иерархической симметрии системы расселения [7—10].

Данные модели не могут быть применимы к регионам Центрального Черноземья РФ из-за существенной неоднородности физико-географических и социально-экономических условий и неравномерностей территориального размещения населения и экономических объектов, возникших в процессе исторического развития. Одним из часто используемых для моделирования систем расселения методов является географическая теория поля Кларка—Медведкова [11—13]. Однако для ее использования население должно быть распределено относительно непрерывно по территории, поэтому она применима преимущественно для систем расселения в пределах населенного пункта. Данная теория не может быть применена для анализа системы расселения в пределах региона из-за невозможности использовать допущения о непрерывности распределения населения по площади региона: в населенных пунктах количество людей на единицу площади высокое, в то время как между населенными пунктами концентрация людей практически нулевая.

Одним из наиболее эффективных из существующих методологических подходов является теория «диффузии инноваций (нововведений)» Т. Хагерстранда, согласно которой процесс социально-экономического развития рассматривается «как возникновение и распространение (диффузия) нововведений».

Под нововведениями понимаются: «целенаправленные изменения, вносящие в среду распространения новые, относительно стабильные элементы социального, экономического, политического характера (технологические усовершенствования, новые источники сырья и энергии, новые материалы, товары, услуги)» [14—16].

Рассмотрим в рамках данной теории процессы метрополитанизации приграничных областей ЦЧР РФ и разработаем более адекватную математическую модель, позволяющую получить достаточно верный прогноз развития системы расселения на среднесрочную перспективу.

Предлагаемый математический аппарат «диффузии» населения в процессе метрополитанизации рассмотрим на примере Воронежской области,

население которой превышает три анализируемые приграничные области ЦЧР РФ. Будем считать, что перемещение происходит между населенными пунктами области.

На географической карте Воронежской области выделяют 1091 населенный пункт ($N_{\text{нп}} = 1091$, где $N_{\text{нп}}$ — количество населенных пунктов).

В каждом населенном пункте i в данный момент времени t проживает $n_i(t)$ человек. Разрабатываемая модель должна позволить определить, как изменяется количество n_i жителей каждого населенного пункта области с течением времени t . С позиций диффузионного подхода будем рассматривать перемещение (диффузию) жителей от одного населенного пункта i к другому j . При метрополисном развитии движущей силой диффузии является стремление жителей меньших населенных пунктов переместиться в большие населенные пункты, то есть диффузия определяется разностью $n_j - n_i$, где n_i и n_j — количество жителей в населенных пунктах с меньшим и большим количеством жителей. Для описания динамики перемещения жителей области будем использовать уравнение диффузии, которое широко используется во многих сферах знаний и с высокой точностью описывает процессы в физике, химии, биологии, экономике [4, 5].

Движущей силой диффузии считается градиент концентрации, то есть разность количества жителей населенных пунктов, деленная на расстояние между населенными пунктами. В соответствии с уравнением диффузии Фика количество жителей (в оригинале — количество вещества), переселяющееся за промежуток времени dt из одного населенного пункта в другой, пропорционально времени dt и градиенту концентрации жителей dn/dx :

$$\frac{d}{dt} n(t) = D \frac{d}{dx} n(x, t). \quad (1)$$

С учетом того, что диффузия жителей может происходить от каждого i к каждому другому j населенному пункту рассматриваемой области, для описания всей совокупности процессов переселения уравнение (1) преобразуется к системе из $N_{\text{нп}} \cdot (N_{\text{нп}} - 1)$ уравнений:

$$\left\{ \frac{dn_i(t)}{\Delta t} = D \frac{n_i(t) - n_j(t)}{r_{ij}} + f_i(t), \quad (2) \right.$$

где Δt — шаг интегрирования дифференциального уравнения по времени — малый интервал времени (далее использовалось значение $\Delta t = 1$ месяц); $f_i(t)$ — функция, описывающая не связанное с диффузионным процессом появление новых

жителей (рождение, прибытие из других регионов, в этом случае f принимает положительные значения) или исчезновение жителей (смерть, убытие в другие регионы, в этом случае f принимает отрицательные значения) в населенном пункте i в момент времени t .

Для процесса метрополитизации характерна «обратная диффузия». Переселение жителей происходит не из населенных пунктов с большим количеством жителей в населенные пункты с меньшим, как в случае физической диффузии, а, наоборот: жители переселяются из малочисленных населенных пунктов в населенные пункты с большим количеством жителей. Поэтому коэффициент диффузии D имеет отрицательный знак.

Если использовать уравнение (2), возникнет положительная обратная связь: чем больше людей переселяется, тем больше градиент концентрации, тем интенсивнее происходит переселение. При этом малые населенные пункты скоро полностью потеряют жителей. Это может привести к не вполне адекватным результатам моделирования, так как определенная доля жителей не обладает территориальной мобильностью и не способна к быстрому переселению. Поэтому в уравнение диффузии (2) целесообразно добавить корректирующий множитель:

$$\left\{ \frac{dn_i(t)}{\Delta t} = D \frac{n_i(t) - n_j(t)}{r_{ij}} \left(\frac{n_i(t)}{n_i(0)} \right)^p + f_i(t), \quad (3) \right.$$

где p — показатель снижения интенсивности переселения при уменьшении количества жителей населенного пункта (значение p больше единицы); $n_i(0)$ — количество жителей населенного пункта i в момент времени начала процесса метрополитизации ($t = 0$). Добавление корректирующего множителя позволяет настроить в модели конкурирующие процессы: из-за диффузионного слагаемого интенсивность переселения увеличивается при снижении количества жителей населенного пункта, однако из-за корректирующего множителя интенсивность переселения снижается при снижении количества жителей населенного пункта.

Для того, чтобы учесть все возможные перемещения жителей между большим количеством населенных пунктов заданной области, моделирование развития системы расселения производится в соответствии со следующим алгоритмом (рис. 1). Моделирование начинается со считывания карты населенных пунктов (блок 2 на рисунке 1): для каждого населенного пункта учитываются его координаты на местности x_i, y_i и количество жителей n_i . Для получения наборов

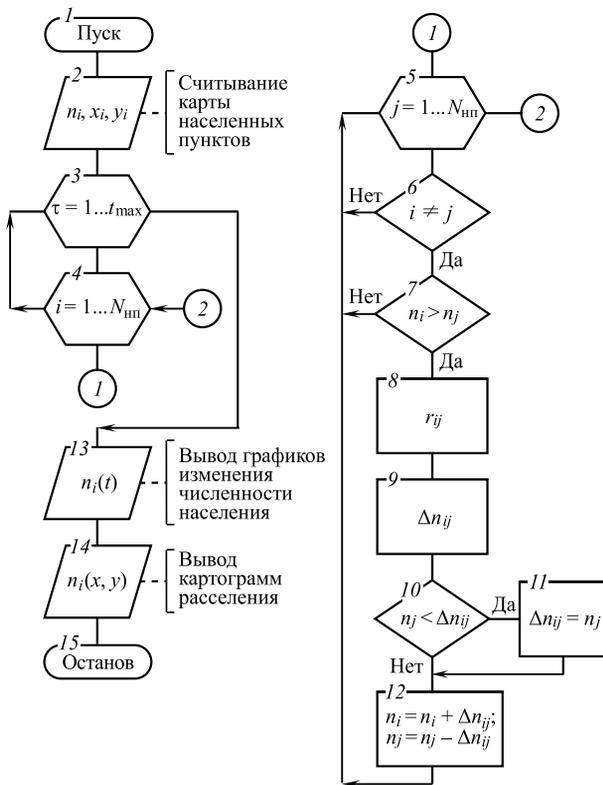


Рис. 1. Схема алгоритма моделирования метрополисного развития системы расселения

параметров (n_i, x_i, y_i) населенных пунктов производится оцифровка географической карты с помощью специально разработанной компьютерной программы. Моделирование заключается в интегрировании по времени уравнений диффузии (перемещения жителей между населенными пунктами), что в алгоритме реализуется с помощью цикла по переменной τ (блок 3). Моделирование развития системы расселения производится на заданное количество лет вперед, что задается параметром t_{max} . На каждом шаге τ интегрирования по времени производится перебор всех возможных пар населенных пунктов с помощью двух вложенных циклов по переменным i (блок 4) и j (блок 5). Для исключения тривиального случая переселения из населенного пункта в него же ($i = j$) используется соответствующее условие (блок 6). Рассматриваются только случаи переселения жителей из населенного пункта с меньшим количеством жителей в населенный пункт с большим количеством жителей, поэтому проверяется, выполняется ли условие $n_i > n_j$ (блок 7).

Если пара населенных пунктов i, j удовлетворяет перечисленным условиям, производится расчет расстояния r_{ij} между населенными пунктами (блок 8), затем с помощью уравнения диффузии (3) производится расчет переместившегося

между населенными пунктами количества жителей Δn_{ij} (блок 9). Если рассчитанное количество переместившихся жителей Δn_{ij} превышает количество n_j оставшихся в населенном пункте j жителей (проверка производится в блоке 10), то производится коррекция количества переместившихся жителей (блок 11). После этого в модели имитируется процесс переселения: изменяется количество жителей в населенных пунктах i и j на величину Δn_{ij} (блок 12). После окончания моделирования развития системы расселения на экран и в файлы на жестком диске компьютера выводятся результаты моделирования: графики изменения численности населения в заданных населенных пунктах (блок 13) и картограммы расселения (блок 14).

Для реализации предложенного метода моделирования разработана компьютерная программа «Программа для моделирования развития системы расселения региона РФ». Программа разработана на языке Object Pascal в среде программирования Delphi 7.

Программа обладает высокой универсальностью и применима для различных регионов или областей РФ и территориальных единиц различных масштабов. Остановимся более подробно на применении предложенного методического алгоритма для системы расселения Воронежской области.

При моделировании развития системы расселения Воронежской области учитывали семь градаций населенных пунктов по типам и размерам (изображены кругами семи различных размеров на картограммах рис. 3):

- города с населением от более 500 000 жителей (1 город — Воронеж);

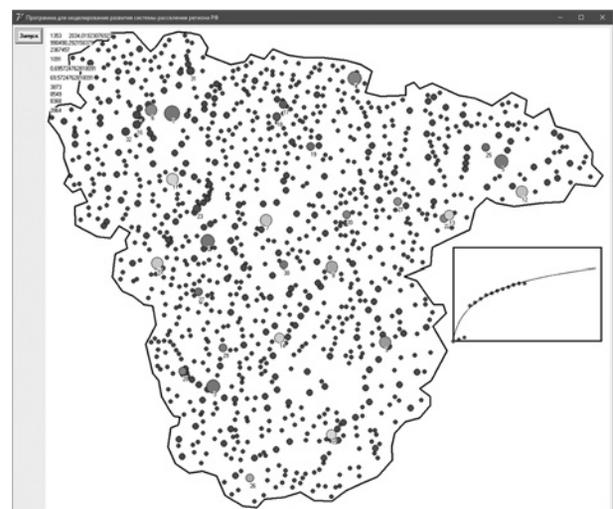


Рис. 2. Вывод результатов моделирования на экран разработанной программой

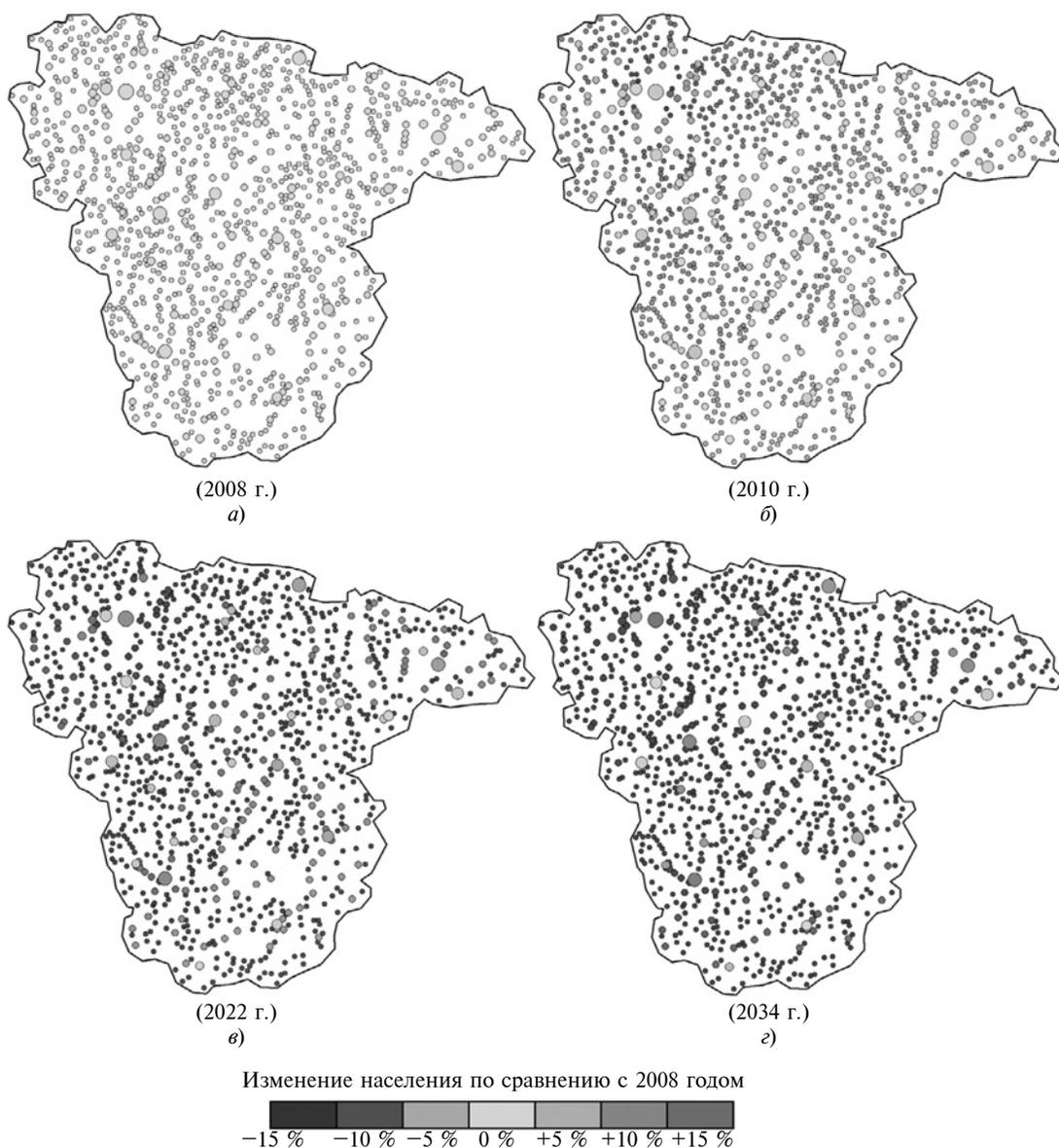


Рис. 3. Картограммы прогноза количества жителей в процессе метрополисного развития Воронежской области

— города с населением от 50 000 до 100 000 жителей (4 города — Лиски, Россошь, Эртиль, Борисоглебск);

— города с населением от 10 000 до 50 000 жителей (7 городов — Семилуки, Нововоронеж, Острогожск, Бобров, Бутурлиновка, Калач, Поворино);

— города с населением менее 10 000 жителей (3 города — Новохоперск, Павловск, Богучар);

— поселки городского типа (17 поселков);

— поселки сельского типа с населением более 1000 жителей (199 единиц);

— поселки сельского типа с населением менее 1000 жителей (860 единиц).

Учет градации населенных пунктов позволил учесть изменение соотношения между городским

и сельским населением области. Перед началом моделирования, в момент времени $t = 0$, задавалось количество жителей $n_i(0)$ для 1091 населенных пунктов Воронежской области (рис. 3, а). В качестве начального года моделирования выбран 2008 год, так как предварительные оценки показали, что в 2008 году начался достаточно выраженный этап метрополисного развития, продолжающийся в настоящее время (2022 г.). Шаг интегрирования по времени равен одной неделе: $\Delta t = 1/52$ года. На начальных стадиях имитационного моделирования ($t = 1..5$ лет) уменьшается количество жителей практически всех поселков сельского типа (соответствующие круги из зеленых становятся сине-зелеными, рис. 3, б).

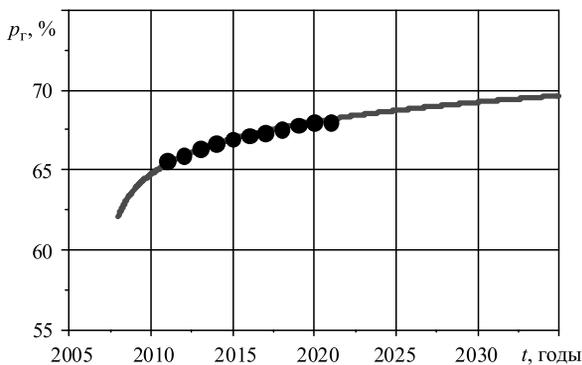


Рис. 4. Зависимости от времени доли городских жителей Воронежской области: точки — статистические данные; сплошная линия — результаты моделирования

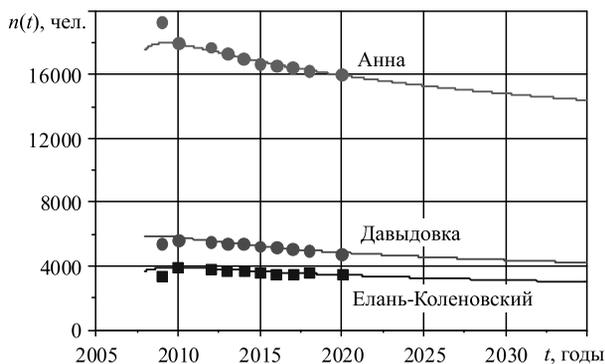


Рис. 5. Прогноз количества жителей на период до 2035 года для поселков городского типа Анна, Давыдовка, Елань-Коленовский

Наибольшая потеря населения наблюдается в поселках сельского типа, близких к крупным городам. В ходе дальнейшего моделирования, к 2022 и к 2034 годам, все ПСТ теряют более 15 % жителей (круги становятся синими на рис. 3, в, г). Обнаружен нетривиальный эффект: при метрополисном развитии во многих малых городах и ПГТ количество жителей сначала увеличивается на 5...10 % (круги из зеленых становятся бурыми на рис. 3, б) за счет переселения жителей из ближайших поселков сельского типа. После этого количество жителей уменьшается на 10...30 % за счет переселения жителей из малых городов и ПГТ в крупные города (круги, соответствующие многим

малым городам, и ПГТ синеют к 2022 и 2034 годам, рисунки 3, в, г). Для самого крупного города области — Воронежа в процессе моделирования количество жителей постоянно увеличивается, и к 2034 году процент прироста жителей Воронежа станет максимальным (рис. 3, г). Разработанная модель с высокой адекватностью воспроизводит зависимость доли городского населения от времени (рис. 4). На графике точками отображены статистические данные с 2011 по 2021 год, при этом данные до 2011 года не могут быть приняты в рассмотрение, так как в 2011 году к городу Воронежу присоединены административным путем несколько ближайших ПСТ и ПГТ.

Как видно из графика, полученная в результате моделирования линия расположена достаточно близко к точкам данных статистики, что свидетельствует о достаточно высокой адекватности разработанной модели. С помощью разработанной модели произведено моделирование метрополисного развития до 2034 года. В период с 2022 по 2034 год доля городского населения увеличится на 1,25 %, с 68,32 до 69,57 % (табл. 1).

Необходимо отметить, что в рассматриваемый период метрополисное развитие Воронежской области было наиболее интенсивным с 2008 по 2015 год (доля городского населения увеличилась с 62,2 до 67,3 %), после чего метрополизация стала менее выраженной. Разработанный метод позволил с высокой адекватностью моделировать перемещение населения в большой совокупности из 1091 населенного пункта. Однако для каждого конкретного населенного пункта, особенно для малых населенных пунктов, предложенная модель не является точной из-за множества локальных событий, специфики экономики населенного пункта и особенностей его географического расположения. Однако даже для многих малых населенных пунктов модель достаточно точно воспроизводит динамику количества жителей, что выражается в хорошем совпадении модельной линии и точек статистических данных (рис. 5).

На рисунке можно заметить упомянутый выше эффект: для ПГТ Давыдовка и Елань-Коленовский сначала происходил рост количества жителей (с 2008 по 2010 год), после чего наблюдается выраженный спад (с 2012 по 2020 год). Разработан-

Таблица 1

Прогноз доли городского населения p_g Воронежской области на период с 2022 по 2034 год

t , г.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
p_g , %	68,32	68,46	68,59	68,72	68,83	68,94	69,04	69,14	69,24	69,33	69,41	69,49	69,57

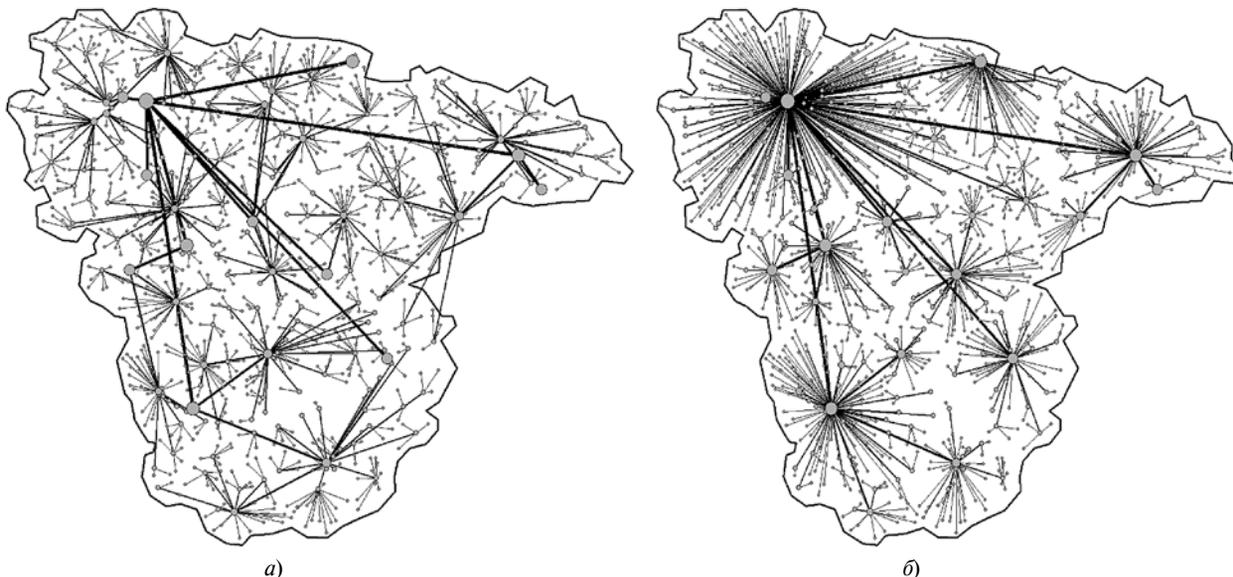


Рис. 6. Системы расселения Воронежской области: иерархическая по В. Кристаллеру — А. Лёшу (а) и метрополисная на основе диффузионной модели (б)

ная модель позволила получить именно такую зависимость с ростом n до момента времени в диапазоне от 2008 до 2012 год и последующим спадом, однако на участке роста различие модели и статистических данных наибольшее.

Для выявления системы расселения необходимо установить взаимосвязи между населенными пунктами. В зависимости от решаемых задач можно рассматривать различные типы взаимосвязей между населенными пунктами: административные, экономические, транспортные, миграционные. При сбалансированном развитии области перечисленные типы взаимосвязей преимущественно совпадают. Так как разработанная модель оперирует с количеством жителей населенных пунктов и характером их переселения, в качестве взаимосвязей системы расселения рассматриваются пути переселения жителей. Разработанная модель позволила получить два варианта системы расселения. Первый вариант — иерархический — по своему смыслу близок к геометрическим моделям В. Кристаллера и А. Лёша (рис. 6, а). При построении данной системы расселения взаимосвязи могли возникать между населенным пунктом градации i и градации $i + 1$ или $i + 2$, где градация i определяется количеством жителей населенного пункта с помощью описанного выше способа разбиения населенных пунктов на семь градаций ($i = 1...7$).

Второй вариант системы расселения — метрополисный — получен на основе диффузионной модели (рис. 6, б). В этом случае при установле-

нии взаимосвязи между населенными пунктами не было ограничения по типу.

Считалось, что населенный пункт i связан с населенным пунктом j , если переселение жителей в населенный пункт j наиболее интенсивное среди остальных населенных пунктов.

Данная система расселения характерна для Воронежской области в последние десятилетия (2000...2022 годы) из-за выраженных процессов метрополизации. Основным городом-метрополией является Воронеж, который связывает практически всю северо-западную часть Воронежской области. В метрополисной системе расселения явно выражены шесть городов-метрополий второго порядка — сравнительно далеко расположенные от Воронежа и охватывающие населенные пункты на площади примерно 6...10 % от общей площади Воронежской области (перечислены по убыванию количества взаимосвязей с окружающими населенными пунктами): Россошь, Борисоглебск, Эртиль, Калач, Лиски, Бутурлиновка. Также, четко выражены шесть городов-метрополий третьего порядка, каждый из которых охватывает связями площадь около 3...5 % от общей площади Воронежской области: Богучар, Острогжск, Павловск, Кантемировка, Таловая, Новохоперск.

К недостаткам сложившейся метрополисной системы расселения Воронежской области можно отнести:

— существенную неравномерность распределения взаимосвязей по территории области;

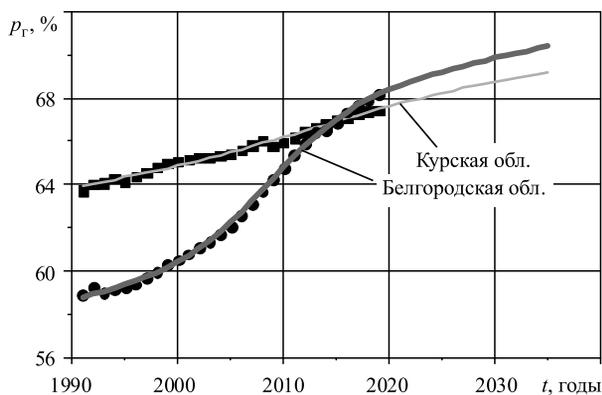


Рис. 7. Зависимости от времени доли городских жителей Белгородской и Курской областей: точки — статистические данные; сплошные линии — результаты моделирования

— большую неоднородность по количеству жителей населенных пунктов, связанных с метрополией.

К преимуществам сложившейся метрополисной системы расселения можно отнести следующие показатели:

— более простая структура (звездообразная, а не древовидная, как для иерархической системы расселения);

— минимальные административные барьеры (связь малых населенных пунктов с метрополиями может осуществляться напрямую, без преодоления иерархических барьеров с дополнительными населенными пунктами промежуточных административных градаций).

Модели метрополисного развития Белгородской и Курской областей были построены по аналогии с Воронежской областью. Разработанные модели позволили выполнить прогноз роста доли городского населения указанных областей (рис. 7).

Для калибровки моделей использовались статистические данные о доле городского населения с 1991 по 2021 год, далее на основании модели была рассчитана доля городского населения на период с 2022 по 2035 год (табл. 2).

В Белгородской области процесс метрополисного развития выражен более ярко, чем в

Курской: с 1991 по 2022 год доля городского населения возросла с 57,6 до 67,9 %. Однако к настоящему времени процесс метрополисного развития существенно замедлился: с 2022 по 2034 год доля городского населения увеличится всего на 1,2 % (с 67,87 до 69,11).

Процесс метрополисного развития Курской области более равномерный, практически линейный (рис. 7). С 1991 по 2022 год доля городского населения увеличилась с 63,9 до 68,8 % и на 2023...2034 годы прогнозируется дальнейший рост p_g приблизительно с такой же скоростью — с 68,77 до 70,29.

Метрополисное развитие всех трех приграничных областей ЦЧР с 2022 по 2034 год прогнозируется практически одинаковым: в 2022 год доля городского населения составляет около 68,3 % (68,32, 67,87, 68,77 % для Воронежской, Белгородской, Курской областей); в 2034 год прогнозируется доля городского населения около 69,7 % (69,57, 69,11, 70,29 % соответственно).

Заключение

1. Разработана модель метрополисного развития региона, основанная на закономерностях диффузии населения между населенными пунктами в зависимости от количества жителей и расстояния между населенными пунктами. Модель с высокой адекватностью воспроизводит изменение количества жителей в населенных пунктах с течением времени.

2. Разработана компьютерная программа, основанная на разработанном математическом аппарате, позволяющая прогнозировать на среднесрочную перспективу долю городских жителей региона.

3. Доказано, что при метрополисном развитии региона во многих малых городах и ПГТ количество жителей сначала увеличивается на 5...10 % за счет переселения жителей из ближайших поселков сельского типа. После этого количество жителей уменьшается на 10...30 % за счет переселения жителей из малых городов и ПГТ в крупные города-метрополии.

Таблица 2

Прогноз доли городского населения p_g Белгородской и Курской областей на период с 2022 по 2034 год

t , г.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Белгородская обл., p_g , %	67,87	68,00	68,12	68,23	68,34	68,45	68,55	68,65	68,75	68,85	68,94	69,03	69,11
Курская обл., p_g , %	68,77	68,93	69,08	69,23	69,36	69,49	69,61	69,73	69,85	69,96	70,07	70,18	70,29

4. Показано, что изменение в 2000...2022 годах системы расселения Воронежской области от иерархической к метрополисной привело к упрощению структуры взаимосвязей между населенными пунктами и минимизации административных барьеров, однако ухудшило пространственную и иерархическую неоднородность взаимосвязей.

5. Обосновано, что метрополисное развитие с 2022 по 2034 год прогнозируется практически одинаковым для приграничных областей ЦЧР (Воронежской, Курской и Белгородской облас-

тей): доля городского населения увеличится в среднем с 68,3 % в 2022 году до 69,7 % в 2034 году.

Полученные теоретические и прикладные результаты работы подтверждают актуальность и усиливают значимость демогеографических исследований и представляют интерес при решении практических вопросов усовершенствования территориальных систем расселения, регулирования демогеографической ситуации и миграционных процессов в условиях трансформации общественных отношений и при разработке программ социально-экономического развития территорий.

Библиографический список

1. Яковенко Н. В., Чугунова Н. В. Многофакторный подход к оценке социально экономико-экологического метрополитенного развития приграничных областей Центрально-Черноземного района (Белгородская, Воронежская, Курская области) для разработки модельной концепции / Н. В. Яковенко, // *Юг России: экология, развитие*. — 2022. — Т. 17. — № 3 (64). — С. 163—174. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-3-163-174.
2. Полякова Т. А., Яковенко Н. В. Пространственная дифференциация уровня качества человеческого капитала в регионах Центрального Черноземья (на примере Белгородской, Воронежской и Курской областей) // *Экология урбанизированных территорий*. 2020. № 3. С. 83—89. DOI: 10.24411/1816-1863-2020-13083
3. Чугунова Н. В., Полякова Т. А., Морковская Д. Н. Метрополизация «региональных столиц» Центрально-Черноземного района в трансформации размещения населения // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2020. № 4. С. 3—13. DOI: 10.17308/geo.2020.4/3060
4. Чугунова Н. В., Полякова Т. А., Романов И. В. Результаты и тренды развития региональной системы расселения в эпоху неолиберальной урбанизации (на материалах Белгородской области) // *Географический вестник*. — 2019. — № 2 (49). — С. 34—45.
5. Яковенко Н. В., Поросенков Ю. В. Теоретико-методологические подходы к исследованию депрессивных регионов России // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2013. № 2. С. 10—21.
6. Яковенко Н. В., Тен Р. В., Комов И. В., Диденко О. В. Устойчивость социально экономического развития муниципальных образований Воронежской области // *Юг России: экология, развитие*. 2021. Т. 16. № 1. С. 87—97. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-110-116.
7. Лаппо Г. М. География городов / Г. М. Лаппо. — Москва: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. — 480 с.
8. Леш А. Пространственная организация хозяйства / Под ред. академика А. Г. Гранберга. — М.: Наука, 2007. — 663 с. — ISBN 978-5-02-035367-1 (в пер.).
9. Гусейн-Заде С. М. Модели размещения населения и населенных пунктов: монография. — М.: МГУ, 1988. — 92 с.
10. Christaller W. Central Places in Southern Germany / W. Christaller. — NY: Englewood Cliffs, 1967. — 230 p.
11. Hagerstrand T. Innovation diffusion as a spatial process / T. Hagerstrand. — Chicago: University of Chicago Press, 1968. — 350 p.
12. Isard W. Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science / W. Isard. — Hardcover: MIT Press/Wiley, 1960. — 784 p.
13. Wallerstein I. The Modern World-System: capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century / I. Wallerstein. — New York, University of California Press, 2011. — 440 p.
14. Дуброва Т. А. Статистические методы прогнозирования. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 133 с.
15. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 415 с.
16. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: учебное пособие. — М.: Высш. шк., 1998. — 319 с.

MODEL OF DEVELOPMENT OF REGIONAL SETTLEMENT SYSTEMS OF BORDER REGIONS OF THE CENTRAL SOIL REGION (KURSK, VORONEZH AND BELGOROD) FOR THE FUTURE, TAKING INTO ACCOUNT THE DEMOGRAPHIC AND SETTLEMENT FORECAST

N. V. Yakovenko, Ph. D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Chief research officer of the division's Directorate of the Research Institute of Innovative Technologies and the Forestry Complex of the Voronezh State University Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, n.v.yakovenko71@gmail.com, Voronezh, Russia,

N. V. Chugunova, Ph. D. (Geography), Associate professor, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

References

1. Yakovenko N. V., Chugunova N. V. Mnogofaktornyj podhod k ocenke social'no ekonomiko ekologicheskogo metropolitenogo razvitiya prigranichnyh oblastej Central'no-CHernozemnogo rajona (Belgorodskaya, Voronezhskaya, Kurskaya oblasti) dlya razrabotki model'noj koncepcii [A multi-factor approach to assess the socio-economic and environmental development of border areas in the Central Black Soil Region (the Belgorod, Voronezh and Kursk Regions) to develop a model concept of metropolitan development]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2022. Vol. 17. No. 3 (64). P. 163–174. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-3-163-174 [in Russian].
2. Chugunova N. V., Polyakova T. A., Morkovskaya D. N. Metropolizaciya “regional'nyh stolic” Central'no-CHernozemnogo rajona v transformacii razmeshcheniya naseleniya [Metropolization of the “regional capitals” of the Central Chernozem Region in the transformation of population placement]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geokologiya*. 2020. No. 4. P. 3–13. DOI: 10.17308/geo.2020.4/3060 [in Russian].
3. Chugunova N. V., Polyakova T. A., Romanov I. V. Rezul'taty i trendy razvitiya regional'noj sistemy rasseleniya v epohu neoliberal'noj urbanizacii (na materialah elgorodskoj oblasti)[Results and trends in the development of the regional settlement system in the era of neoliberal urbanization (based on the materials of the Belgorod Region)]. *Geograficheskij vestnik*. 2019. No. 2 (49). P. 34–45 [in Russian].
4. Yakovenko N. V., Porosenkov Yu. V. Teoretiko-metodologicheskie podhody k issledovaniyu depressivnyh regionov Rossii [Theoretical and methodological approaches to the study of the depressed regions of Russia]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geokologiya*. 2013. No. 2. P. 10–21 [in Russian].
5. Yakovenko N. V., Ten R. V., Komov I. V., Didenko O. V. Ustojchivost' social'no ekonomicheskogo razvitiya municipal'nyh obrazovanij Voronezhskoj oblasti [Sustainability of socio-economic development of municipalities of the Voronezh Region]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2021. Vol. 16. No. 1. P. 87–97. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-110-116 [in Russian].
6. Lappo G. M. Geografiya gorodov [Geography of cities]. Moscow, Gumanit. izd. centr VLADOS, 1997. 480 p. [in Russian].
7. Lesh A. Prostranstvennaya organizaciya hozyajstva [Spatial organization of the economy]. Pod redakciej akademika A. G. Granberga. Moscow, Nauka, 2007. 663 p. [in Russian].
8. Gusein-Zade S. M. *Modeli razmeshcheniya naseleniya i naseleennyh punktov: monografiya* [Models of population and localities placement: monograph]. Moscow: MGU, 1988. 92 p. [in Russian].
9. Christaller W. *Central Places in Southern Germany*. NY, Englewood Cliffs. 1967. 230 p.
10. Hagerstrand T. *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago, University of Chicago Press. 1968. 350 p.
11. Isard W. *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*. Hardcover, MIT Press/Wiley, 1960. 784 p.
12. Wallerstein I. *The Modern World-System: capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century*. New York, University of California Press. 2011. 440 p.
13. Dubrova T. A. *Statisticheskie metody prognozirovaniya* [Statistical methods of forecasting]. Moscow, YUNITI-DANA, 2003. 133 p. [in Russian].
14. Lukashin Yu. P. *Adaptivnye metody kratkosrochnogo prognozirovaniya vremennyh ryadov* [Adaptive methods of short-term forecasting of time series]. Moscow, Finansy i statistika. 2003. 415 p. [in Russian].
15. Sovetov B.Ya., Yakovlev S. A. *Modelirovanie sistem: uchebnoe posobie* [Modeling of systems: a textbook]. Moscow, Vyssh. shk. 1998. 319 p. [in Russian].