

*На правах рукописи*

**Дмитриев Руслан Васильевич**

**ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ  
В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕСТ**

Специальность: 1.6.13 – Экономическая, социальная,  
политическая и рекреационная география

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора географических наук

Москва – 2022

Работа выполнена в отделе социально-экономической географии  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института географии Российской академии наук (г. Москва)

- Научный консультант** – **Шупер Вячеслав Александрович**,  
доктор географических наук, профессор;  
ФГБУН Институт географии Российской академии  
наук, ведущий научный сотрудник отдела социально-  
экономической географии (г. Москва)
- Официальные оппоненты** – **Бабурин Вячеслав Леонидович**,  
доктор географических наук, профессор;  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова», профессор кафедры  
экономической и социальной географии России
- Кузнецов Алексей Владимирович**,  
доктор экономических наук, член-корреспондент РАН;  
ФГБУН Институт научной информации по  
общественным наукам Российской академии наук,  
директор (г. Москва)
- Литовский Владимир Васильевич**,  
доктор географических наук, доцент;  
ФГБУН Институт экономики Уральского отделения  
Российской академии наук, заведующий сектором  
размещения производительных сил и  
территориального планирования (г. Екатеринбург)
- Ведущая организация** – **ФГБУН Институт экономики и организации  
промышленного производства Сибирского  
отделения Российской академии наук  
(г. Новосибирск)**

Защита диссертации состоится 20 мая 2022 г. в 14.00 на заседании  
диссертационного совета 24.1.049.01 при ФГБУН Институте географии Российской  
академии наук по адресу: 119017 г. Москва, Старомонетный пер., д. 29, стр. 4.

Факс: (495) 959-00-33, e-mail: d00204601@igras.ru, borodina@igras.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУН Института  
географии Российской академии наук и на сайте: <http://www.igras.ru/3121>

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат географических наук

Т.Л. Бородина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Представленное исследование посвящено собственно теории центральных мест (ТЦМ) – не столько ее приложению к системам расселения, сколько уточнению и совершенствованию методического аппарата. Исторически развитие ТЦМ происходило по схеме восхождения от эмпирического к теоретическому уровню научного познания: наблюдение за поселениями – реальными объектами ⇒ переход к эмпирическим фактам и зависимостям через поселения – эмпирические объекты ⇒ формулировка теоретических законов через поселения – идеализированные объекты, наделенные, в отличие от эмпирических, признаками, которых нет у реальных объектов.

В соответствии с этой схемой можно выделить два подхода в рамках исследований по ТЦМ. В основе первого из них лежит стремление исследователей как можно ближе подвести друг к другу (в пределе – совместить) в сущностном отношении реальные поселения и центральные места – прежде всего, посредством усложнения математического аппарата: в уравнения ТЦМ вводятся новые коэффициенты, развитие систем центральных мест рассматривается как совокупность случайных процессов с привлечением теории вероятностей и пр. В методологическом отношении этот подход уязвим для критики, поскольку фактически предполагает тождество эмпирических и идеализированных объектов; эмпирического и теоретического уровней научного исследования. Таким образом, в ТЦМ вводится то, чего в ней изначально не было: для научного исследования в целом такая методика не всегда плоха, однако ее целесообразность для случая ТЦМ нуждается в обосновании. Второй подход предполагает, во-первых, концентрацию внимания исследователя на собственно ТЦМ с минимально возможными заимствованиями из других областей научного знания – прежде всего естественнонаучных и технических. Во-вторых, он сосредоточен в основном на третьей ступени представленной выше схемы – формулировке теоретических закономерностей. Несмотря на сложность четкого разграничения двух подходов, в целом, можно говорить о преобладании первого из них в зарубежных исследованиях, а второго – в российских. На наш взгляд, потенциал ТЦМ в отношении установления теоретических закономерностей как достоверного знания раскрыт еще далеко не в полной мере, что обуславливает **актуальность исследования**. Для его раскрытия мы опираемся прежде всего на второй подход.

**Теоретико-методологическую основу исследования** составляют труды зарубежных (В. Кристаллер, А. Лёш, М. Бекманн, Б. Берри, М. Дейси, Дж. Парр, Э. Ульман) и отечественных (Ю.В. Медведков, В.А. Шупер, Ю.Р. Архипов, А.А. Важенин, А.Л. Валесян, И.А. Худяев, П.П. Эм) специалистов в области теории центральных мест и теории экономического ландшафта. Значительное влияние на формирование авторской позиции оказали работы по теоретической и математической географии, теории географии и пространственного развития А.Д. Арманда, С.М. Гусейн-Заде, Б.Б. Родомана, Ю.Г. Саушкина, С.А. Тархова, А.К. Черкашина; Ф. Ауэрбаха, В. Бунге, Дж. Зипфа, У. Изарда, И. Тюнена, П. Хаггета, Д. Харвея.

В работе применяются следующие методы: аксиоматический, гипотетико-дедуктивный, идеализации, системно-структурный, сравнительно-географический.

**Объект исследования** – системы центральных мест.

**Предмет исследования** – структурная организация систем в соответствии с принципами иерархии центральных мест по численности населения (популяционная структура) и их взаимного расположения в кристаллеровской решетке (пространственная структура).

**Цель исследования** – установление траекторий и выявление закономерностей эволюции структуры систем центральных мест. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Выявить возможности и ограничения логического перехода в исследованиях от реальных систем расселения к системам центральных мест;
2. Уточнить аксиоматический фундамент теории центральных мест для случая изолированных (конечных) решеток;
3. Установить пошаговую последовательность развертывания и сворачивания систем центральных мест;
4. Выявить преимущества теории центральных мест в сравнении с другими конструктами – для объяснения стадильности развития систем расселения;
5. Предложить методику анализа популяционной и пространственной структур систем центральных мест и показать возможности ее применения для установления последовательности этапов их эволюции.

**Гипотеза исследования** состоит в том, что эволюция системы центральных мест происходит плавно, а не скачками – в направлении локальных и глобального аттракторов, соответствующем увеличению сложности популяционной и пространственной структуры в случае положительной эволюции (развертывания) системы и

снижению – в случае ее отрицательной эволюции (сворачивания). В этом проявляется фундаментальное сходство с эволюционной морфологией транспортных сетей, выявленной С.А. Тарховым.

**Информационная база исследования** представлена источниками, содержащими сведения о людности (первичные и вторичные материалы переписей, регистров и данные текущего учета) населенных пунктов стран мира; а также онлайн-сервисами, позволяющими рассчитать расстояния между ними.

**Научная новизна работы** состоит в следующем:

1. Показано, что релятивистский вариант теории – в отличие от классического кристаллеровского варианта – позволяет рассматривать сельские поселения как центральные места, а их население – как размещенное в пределах решетки неравномерно.

2. В формальный аппарат теории введена динамическая составляющая в виде матриц переходов, позволяющая обосновать не случайный, а детерминированный и целенаправленный характер эволюции систем центральных мест.

3. Доказано, что численность населения центрального места 1-го уровня не может (кроме некоторых частных случаев) превышать численности населения обслуживаемого им дополняющего района: системы с иными параметрами либо неустойчивы, либо представляют собой части более крупных систем.

4. Установлено, что, вопреки сложившимся представлениям, для пребывания системы центральных мест в состоянии изостатического равновесия не обязательно строгое чередование уровней иерархии по численности населения по типу «легкий» – «тяжелый» – «легкий» – и т.д.

5. Выявлено, что включение Республики Бурятия и Забайкальского края в состав Дальневосточного федерального округа с точки зрения теории центральных мест нецелесообразно, поскольку на протяжении длительного времени системы Западной Сибири, Восточной Сибири и Дальнего Востока развиваются самостоятельно, не образуя единой системы центральных мест в пределах Азиатской России.

**Практическая значимость исследования** определяется, во-первых, тем, что выявленная последовательность стадий эволюции систем центральных мест позволяет выделять целостные системы расселения и прогнозировать их развитие. Во-вторых, предлагаемый в диссертации теоретико-методический инструментарий может быть использован для решения задач планирования систем расселения. В-третьих, становится возможным предложить методы локализации населенных пунктов, местоположение которых историками и археологами к настоящему моменту точно не установлено.

**Публикации и апробация результатов исследования.** По теме диссертации опубликована 41 работа общим объемом 41,6 п.л. (с учетом авторского вклада), в том числе 11 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК по специальности 1.6.13, 1 индивидуальная монография. Результаты исследования по теме диссертации были доложены и обсуждались на конференциях и семинарах:

*международных* – «Настоящее и будущее России в меняющемся мире: общественно-географический анализ и прогноз», Ижевск, 2021 г.; «Развитие регионов в XXI веке», Владикавказ, 2021 г.; Демографический форум, Воронеж, 2020 г.; “Urbanization and Regional Development in Russia and Europe”, Москва, 2019 г.; «Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты», Воронеж, 2019 г.; «Общественная география в меняющемся мире: фундаментальные и прикладные исследования», Казань, 2019 г.; «Пространственная организация общества: теория, методология, практика», Пермь, 2018 г.; “Practical geography and XXI century challenges: IGU Thematic Conference dedicated to the centennial of the Institute of Geography of Russian Academy of Sciences”, Москва, 2018 г.; «Факторы и стратегии регионального развития в меняющемся геополитическом и геоэкономическом контексте», Грозный, 2016 г.; «Полимасштабные системы “центр-периферия” в контексте глобализации и регионализации: теория и практика общественно-географических исследований», Симферополь, 2015 г.; VIII Валентеевские чтения «Междисциплинарные исследования населения: 50 лет университетской демографической школе», Москва, 2015 г.; «Стратегические направления и инструменты повышения эффективности сотрудничества стран – участников Шанхайской организации сотрудничества: экономика, экология, демография», Уфа, 2013 г.; «Инновационное развитие экономики России: региональное разнообразие», Москва, 2013 г.; «Глобалистика – 2013», Москва, 2013 г.; «Новое в исследовании населения», Москва, 2012 г.; «Картоведение: история и современность, теория и практика», Москва, 2012 г.; «Региональные проблемы преобразования экономики: международное сотрудничество и межрегиональная интеграция», Москва, 2012 г.; «Инновационные технологии в сервисе», Санкт-Петербург, 2012 г.;

*всероссийских* – «Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика» (к 110-летию со дня рождения профессора Ю.Г. Саушкина), Смоленск, 2021 г.; XXXVI ежегодная сессия экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества «Инновации в территориальном развитии», Екатеринбург, 2019 г.; Ежегодная научная конференция Новой экономиче-

ской ассоциации «Междисциплинарные исследования экономики и общества», Москва, 2013 г.; «Современные проблемы геологии, географии и геоэкологии», Грозный, 2013 г.; «Территориальная организация общества и управление в регионах (к 100-летию со дня рождения С.А. Ковалева)», Воронеж, 2012 г.;

*региональных* – методологический семинар Института географии РАН, Москва, 2021 г.; заседания отдела социально-экономической географии, лаборатории географии мирового развития, лаборатории геополитических исследований ИГ РАН, Москва, 2021, 2019 гг.; семинар ИГ РАН – МГУ имени М.В. Ломоносова «Новые точки роста географии мирового развития», Москва, 2019 г.; научные чтения географического факультета МПГУ (к 90-летию С.Н. Раковского), Москва, 2013 г.; заседания секций географии (2013 г.) и демографии (2012 г.) Центрального Дома ученых РАН, Москва.

**Структура работы.** Работа состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Объем текста диссертации, включая 31 таблицу и 31 рисунок, составляет 223 страницы.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**1. Вопреки общепринятым представлениям, не существует выраженной зависимости между изменением доли городского населения и эволюцией структуры систем центральных мест, определяемой показателем  $K$  – числом центральных мест более низкого уровня иерархии, уменьшенным на 1, подчиненных одному центральному месту более высокого уровня.**

Основу ТЦМ составляет ряд аксиом и неопределяемых понятий – своего рода фундаментальных «правил игры», не требующих доказательств условий дальнейших построений. Классический (кристаллеровский) вариант теории полностью определяется пятью аксиомами, которые уточнены нами для возможности рассмотрения систем центральных мест как развивающихся самостоятельно (табл. 1), то есть вне континуума расселения. ТЦМ – единственная, которая полностью задает систему населенных пунктов – центральных мест. Иерархия последних, шестиугольная форма дополняющих районов, полиморфизм структуры систем – все это определяется и обосновывается самой ТЦМ; сетевые теории лишены подобной объяснительной силы – они дают возможность построения модели систем расселения, не объясняя перехода от реальных объектов к идеализированным.

Аксиомы теории центральных мест для кристаллеровских и самостоятельных систем

Аксиома	Кристаллеровские системы центральных мест	Самостоятельные системы центральных мест
О конечности/бесконечности пространства	Пространство бесконечно: из решетки не может быть выделен какой-либо фрагмент – в противном случае возникнут краевые эффекты	<i>Пространство конечно: основу каждой системы ЦМ образует самостоятельная (изолированная) решетка. ТЦМ имеет дело с пространством физическим, а не математическим или географическим</i>
Об однородности и изотропности пространства	Пространство однородно и изотропно во всех отношениях, за исключением распределения городского населения; сельское население размещено равномерно	<i>Пространство однородно и изотропно во всех отношениях, за исключением распределения городского и сельского населения. Пространство абсолютно (в трактовке И. Ньютона), а не относительно (в трактовке Г.-В. Лейбница)</i>
О максимальной компактности зон	Системы центральных мест образуют правильную гексагональную решетку вследствие того, что шестиугольник – наиболее близкая к кругу геометрическая фигура, допускающая плотную упаковку на плоскости	<i>Гексагональная решетка отвечает равновесному состоянию изолированной системы центральных мест как аттрактору. Отклонения от шестиугольной формы – результат внешнего воздействия на систему</i>
О принципе оптимизации	Системы центральных мест полиморфны – могут существовать в модификациях с одинаковым для всех уровней иерархии $K = 3$ , или $K = 4$ , или $K = 7$	<i>Системы центральных мест полиморфны – могут существовать в модификациях как с одинаковым, так и с отличающимся для всех уровней иерархии <math>K \in (1; 7]</math></i>
О поведении потребителя “рациональном”	Все товары и услуги приобретаются в ближайшем из всех центральных мест, в которых они могут быть приобретены	<u>В соответствии с принципом дополнительности, предложенным В.А. Шупером: при установлении иерархии ЦМ по объему выполняемых функций аксиома принимается; при установлении иерархии ЦМ по людности – избыточна</u>

Составлено автором. *Курсивом выделены авторские формулировки*, подчеркиванием – авторские уточнения.

ТЦМ определяет систему населенных пунктов следующим образом:

- 1) элементы: центральные места, обслуживающие себя и (в большинстве случаев) другие центральные места;
- 2) набор связей: иерархия центральных мест по численности населения или по объему предоставляемых услуг;
- 3) множество состояний: полиморфизм решеток через показатель  $K$ ;
- 4) траектория поведения системы: вплоть до настоящего времени этот пункт был самым слабым местом ТЦМ. Критики справедливо указывали на неясность того, как происходит появление новых уровней иерархии (показатель  $n$ ) и как эти уровни заполняются (показатель  $K$ ).

На 1-м уровне иерархии (уровни нумеруются сверху) изолированной системы присутствует одно ЦМ, на каждом следующем уровне  $n$  их число составляет  $(K - 1) \times K^{n-2}$ , последний уровень представлен ЦМ – сельскими поселениями. Тогда суммарная численность населения  $P_1$  системы составляет:

$$P_1 = p_1 + (K - 1) \times K^0 \times p_2 + (K - 1) \times K^1 \times p_3 + \dots + (K - 1) \times K^{n-2} \times p_n, \quad (1)$$

где  $p_n$  – численность населения одного ЦМ уровня иерархии  $n$ ,

$K$  – вариант кристаллеровской иерархии.

Применяя уравнения Бекманна–Парра, отражающие соотношения численности населения ЦМ смежных уровней иерархии:

$$\frac{p_{1,\dots,n-2}}{p_{2,\dots,n-1}} = \frac{K - k}{1 - k} \qquad \frac{p_{n-1}}{p_n} = \frac{k \times (K - 1)}{1 - k},$$

где  $k$  – доля центрального места в населении обслуживаемой им зоны, постоянная для всех уровней иерархии, кроме последнего,

и выражая численность населения ЦМ всех уровней через таковую для 1-го уровня, получаем из уравнения (1):

$$P_1 = p_1 + (K - 1) \times K^0 \times p_1 \times \left(\frac{1 - k}{K - k}\right)^1 + (K - 1) \times K^1 \times p_1 \times \left(\frac{1 - k}{K - k}\right)^2 + \dots + \\ + (K - 1) \times K^{n-3} \times p_1 \times \left(\frac{1 - k}{K - k}\right)^{n-2} + (K - 1) \times K^{n-2} \times p_1 \times \frac{(1 - k)^{n-1}}{k(K - 1) \times (K - k)^{n-2}} \quad (2)$$

Перепишем (2) только для городских поселений – без учета последнего уровня:

$$P_{\text{гор}} = p_1 + (K - 1) \times p_1 \times \left(\frac{1 - k}{K - k}\right) \times \\ \times \left[ 1 + K \times \frac{1 - k}{K - k} + K^2 \times \left(\frac{1 - k}{K - k}\right)^2 + \dots + K^{n-3} \times \left(\frac{1 - k}{K - k}\right)^{n-3} \right] \quad (3)$$

Выражение в квадратных скобках представляет собой сумму членов геометрической прогрессии со знаменателем  $0 < K \times \left(\frac{1-k}{K-k}\right) < 1$ . Тогда из (3) имеем:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{гор}} &= p_1 + p_1 \times (K-1) \times \left(\frac{1-k}{K-k}\right) \times \left[ \frac{K^{n-2} \times \left(\frac{1-k}{K-k}\right)^{n-2} - 1}{K \times \left(\frac{1-k}{K-k}\right) - 1} \right] = \\
 &= p_1 + p_1 \times \left[ \frac{(K-k)^{n-2} \times (1-k) - K^{n-2} \times (1-k)^{n-1}}{k \times (K-k)^{n-2}} \right] = \\
 &= p_1 \times \left[ \frac{k \times (K-k)^{n-2} + (K-k)^{n-2} - k \times (K-k)^{n-2} - K^{n-2} \times (1-k)^{n-1}}{k \times (K-k)^{n-2}} \right] \Leftrightarrow \\
 &\Leftrightarrow P_{\text{гор}} = P_1 \times \left[ 1 - \frac{K^{n-2} \times (1-k)^{n-1}}{(K-k)^{n-2}} \right] \quad (4)
 \end{aligned}$$

Разделив левую и правую части (4) на  $P_1$ , получаем:

$$\varphi = 1 - (1-k)^{n-1} \times \left(\frac{K}{K-k}\right)^{n-2}, \quad (5)$$

где  $\varphi$  – доля городского населения в общей численности населения системы.

В работах А.А. Важенина была установлена зависимость типа кристаллеровской иерархии от уровня урбанизированности. Эмпирически им было установлено, что система ЦМ эволюционирует по следующей схеме (табл. 2):

Таблица 2

Эволюция системы центральных мест в зависимости от доли городского населения  
(по А.А. Важенину)

Условные характеристики системы	$K = 2$	$K = 3$	$K = 4$	$K = 5$	$K = 6$
Доля городского населения, %	10	30	50	70	90

Учитывая (5), очевидно, что представленная в табл. 2 закономерность – частный случай из всего фактически неограниченного их числа. Таким образом, *не существует выраженной зависимости между изменением доли городского населения и эволюцией структуры систем центральных мест от  $K = 2$  к  $K = 7$ .*

При этом под континуальным развитием, или эволюцией системы ЦМ мы понимаем монотонное изменение функции уровня урбанизированности ( $\varphi$ ) с минимальным приращением, соответствующее логической последовательности появления новых ЦМ в системе. Под дискретным развитием мы понимаем революционные изменения, которые идут вразрез с траекторией континуального развития. Для выявления последовательности этапов эволюции важно, чтобы функция  $\varphi$  носила наиболее мо-

нотонный характер, то есть – в конечном итоге – чтобы ее график не имел разрывов первого и второго рода. Это означает, что в каждой точке – по крайней мере на интервале от 0 до 1 – мы можем найти ее производную. Это будут частные производные, поскольку функция эта – трех переменных. Построим графики функции (5) при почти полярных значениях  $k$ , равных 0,1 и 0,5 – за эти пределы функция выходит редко (рис. 1). Найдем производную по направлению функции при каждом из двух вариантов  $k$ .

Однако перед этим посмотрим на изменение числа ЦМ при изменении  $n$  и  $K$  в системе расселения. Учитывая необходимость как можно более монотонного возрастания  $\varphi$ , при нахождении в той или иной ячейке (табл. 3) движение возможно по горизонтали или по вертикали. Длина его не превышает одного шага вправо или вниз, иначе  $\varphi$  будет расти не самыми медленными темпами или убывать. Представим, что система эволюционирует с самого начала, то есть движется от ячейки с координатами  $n$  и  $K$  соответственно (1; 1) к ячейке (2; 2). Дальнейший путь не так очевиден, поскольку минимальное изменение системы ЦМ заключается в переходе в ячейку с координатами, одна из которых увеличивается на единицу по сравнению с (2; 2) – в (2; 3) или в (3; 2). Посмотрим, какой из них более предпочтителен. Для этого, используя уравнение (6), найдем значения производной функции  $\varphi$  в точке (2; 2) по направлению  $(l_n; l_K)$  при  $k = 0,1$  и  $k = 0,5$ :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial l} = \frac{\partial \varphi}{\partial n} \cos \alpha + \frac{\partial \varphi}{\partial K} \cos \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) \quad (6)$$

где  $\cos \alpha = \frac{l_n}{|\vec{l}|}$ ;  $\cos \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \frac{l_K}{|\vec{l}|}$  – направляющие косинусы;

$$|\vec{l}| = \sqrt{l_n^2 + l_K^2}.$$

Она представляет собой скорость изменения функции в заданном направлении и максимальна для точки (3; 2), но в случае ее выбора в качестве следующего шага эволюции системы ЦМ будет наблюдаться больший рост  $\varphi$ , чем в случае точки (2; 3). Нас интересует наименьшее приращение функции, поэтому далее на каждом шаге мы будем ориентироваться именно на наименьшее из полученных значений. В дальнейшем весь алгоритм был пошагово повторен для каждой ячейки таблицы, причем для контроля брались также примыкающие по диагонали ячейки. Оказалось, что вне зависимости от значения  $k$  (брались и другие значения, отличные от 0,1 и 0,5 – но не более установленного нами инварианта в виде максимума, равного  $K - \sqrt{K^2 - K}$ ), направление и длина шага от текущей ячейки – одни и те же.

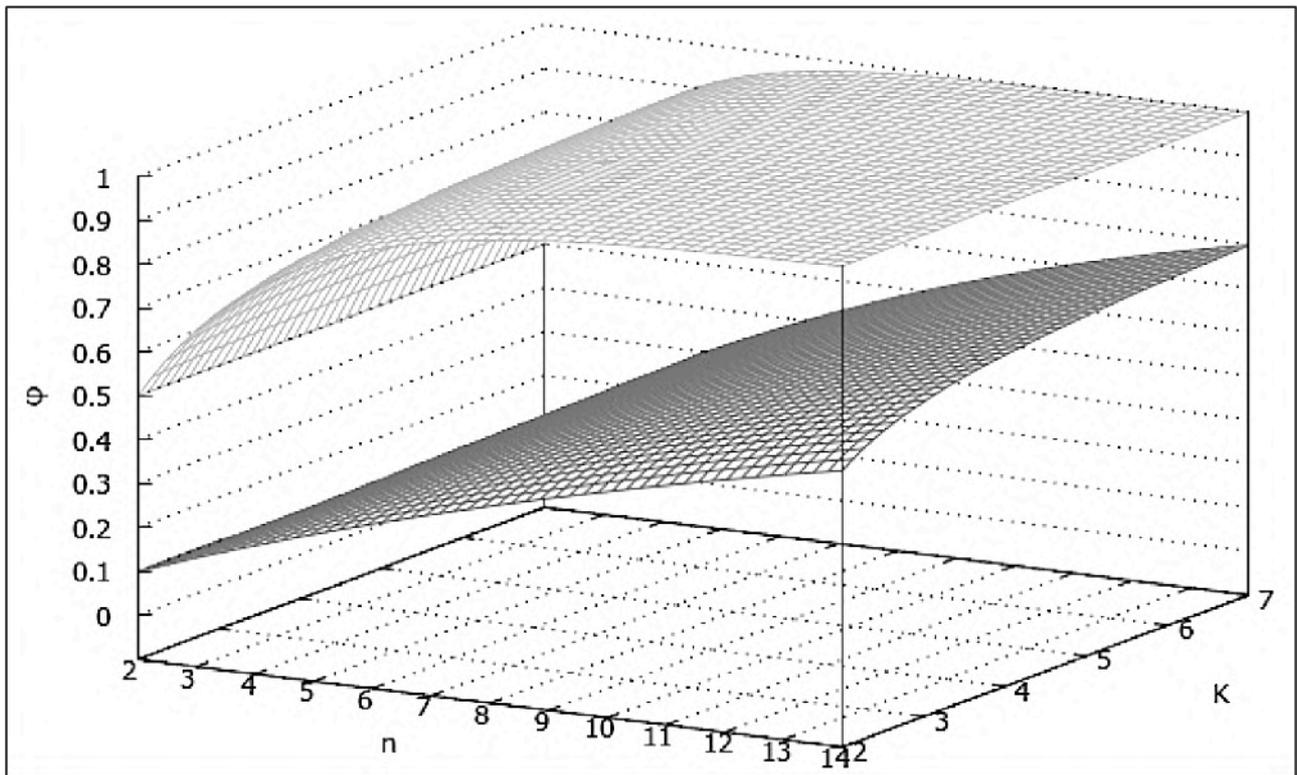


Рис. 1. Зависимость доли городского населения в населении системы ЦМ ( $\varphi$ ) от числа уровней иерархии ( $n$ ) и значения показателя  $K$  для изолированной кристаллеровской решетки при доле центрального места в населении обслуживаемой им зоны ( $k$ ), равной 0,1 (нижний график) и 0,5 (верхний график)

Рассчитано и составлено автором.

Таким образом, характер эволюции системы расселения с точки зрения ТЦМ зависит только от числа уровней иерархии в ней и их соподчиненности. Эволюция происходит путем последовательного заполнения уровней иерархии (по строкам), прерывающегося появлением подсистем (по столбцам) – результат проиллюстрирован штриховкой ячеек в табл. 3. При этом заполнение заключается в появлении не всех ЦМ на данном уровне, а лишь тех из них, формирование которых возможно при данных параметрах системы центральных мест. Очевидно, что в процессе эволюции совершенно не обязательно появление сразу нескольких ЦМ, и в этом случае мы будем иметь систему с разными значениями  $K$  для разных уровней.

**2. Концепция стадий урбанизации Дж. Джиббса и теория дифференциальной урбанизации Г. Гейера и Т. Контули не объясняют всех вариантов эволюции и непосредственно вытекают из теории центральных мест в качестве частного случая.**

Последовательность однонаправленной положительной эволюции системы ЦМ с 7 уровнями иерархии\* в изолированной кристаллеровской решетке в зависимости от числа уровней ( $n$ ) и механизма их соподчиненности ( $K$ )

$n \setminus K$	1	2	3	4	5	6	7
1	1p <sub>1</sub>	–	–	–	–	–	–
2	–	1p <sub>1</sub> 1p <sub>2</sub>	1p <sub>1</sub> 2p <sub>2</sub>	1p <sub>1</sub> 3p <sub>2</sub>	1p <sub>1</sub> 4p <sub>2</sub>	1p <sub>1</sub> 5p <sub>2</sub>	1p <sub>1</sub> 6p <sub>2</sub>
3	–	1p <sub>1</sub> 1p <sub>2</sub> 2p <sub>3</sub>	1p <sub>1</sub> 2p <sub>2</sub> 6p <sub>3</sub>	1p <sub>1</sub> 3p <sub>2</sub> 12p <sub>3</sub>	1p <sub>1</sub> 4p <sub>2</sub> 20p <sub>3</sub>	1p <sub>1</sub> 5p <sub>2</sub> 30p <sub>3</sub>	1p <sub>1</sub> 6p <sub>2</sub> 42p <sub>3</sub>
4	–	1p <sub>1</sub> 1p <sub>2</sub> 2p <sub>3</sub> 4p <sub>4</sub>	1p <sub>1</sub> 2p <sub>2</sub> 6p <sub>3</sub> 18p <sub>4</sub>	1p <sub>1</sub> 3p <sub>2</sub> 12p <sub>3</sub> 48p <sub>4</sub>	1p <sub>1</sub> 4p <sub>2</sub> 20p <sub>3</sub> 100p <sub>4</sub>	1p <sub>1</sub> 5p <sub>2</sub> 30p <sub>3</sub> 180p <sub>4</sub>	1p <sub>1</sub> 6p <sub>2</sub> 42p <sub>3</sub> 294p <sub>4</sub>
5	–	1p <sub>1</sub> 1p <sub>2</sub> 2p <sub>3</sub> 4p <sub>4</sub> 8p <sub>5</sub>	1p <sub>1</sub> 2p <sub>2</sub> 6p <sub>3</sub> 18p <sub>4</sub> 54p <sub>5</sub>	1p <sub>1</sub> 3p <sub>2</sub> 12p <sub>3</sub> 48p <sub>4</sub> 192p <sub>5</sub>	1p <sub>1</sub> 4p <sub>2</sub> 20p <sub>3</sub> 100p <sub>4</sub> 500p <sub>5</sub>	1p <sub>1</sub> 5p <sub>2</sub> 30p <sub>3</sub> 180p <sub>4</sub> 1080p <sub>5</sub>	1p <sub>1</sub> 6p <sub>2</sub> 42p <sub>3</sub> 294p <sub>4</sub> 2058p <sub>5</sub>
6	–	1p <sub>1</sub> 1p <sub>2</sub> 2p <sub>3</sub> 4p <sub>4</sub> 8p <sub>5</sub> 16p <sub>6</sub>	1p <sub>1</sub> 2p <sub>2</sub> 6p <sub>3</sub> 18p <sub>4</sub> 54p <sub>5</sub> 162p <sub>6</sub>	1p <sub>1</sub> 3p <sub>2</sub> 12p <sub>3</sub> 48p <sub>4</sub> 192p <sub>5</sub> 768p <sub>6</sub>	1p <sub>1</sub> 4p <sub>2</sub> 20p <sub>3</sub> 100p <sub>4</sub> 500p <sub>5</sub> 2500p <sub>6</sub>	1p <sub>1</sub> 5p <sub>2</sub> 30p <sub>3</sub> 180p <sub>4</sub> 1080p <sub>5</sub> 6480p <sub>6</sub>	1p <sub>1</sub> 6p <sub>2</sub> 42p <sub>3</sub> 294p <sub>4</sub> 2058p <sub>5</sub> 14406p <sub>6</sub>
7	–	1p <sub>1</sub> 1p <sub>2</sub> 2p <sub>3</sub> 4p <sub>4</sub> 8p <sub>5</sub> 16p <sub>6</sub> 32p <sub>7</sub>	1p <sub>1</sub> 2p <sub>2</sub> 6p <sub>3</sub> 18p <sub>4</sub> 54p <sub>5</sub> 162p <sub>6</sub> 486p <sub>7</sub>	1p <sub>1</sub> 3p <sub>2</sub> 12p <sub>3</sub> 48p <sub>4</sub> 192p <sub>5</sub> 768p <sub>6</sub> 3072p <sub>7</sub>	1p <sub>1</sub> 4p <sub>2</sub> 20p <sub>3</sub> 100p <sub>4</sub> 500p <sub>5</sub> 2500p <sub>6</sub> 12500p <sub>7</sub>	1p <sub>1</sub> 5p <sub>2</sub> 30p <sub>3</sub> 180p <sub>4</sub> 1080p <sub>5</sub> 6480p <sub>6</sub> 38880p <sub>7</sub>	1p <sub>1</sub> 6p <sub>2</sub> 42p <sub>3</sub> 294p <sub>4</sub> 2058p <sub>5</sub> 14406p <sub>6</sub> 100842p <sub>7</sub>

\*Без учета уровня сельских поселений.

Примечание: например, значение 8p<sub>5</sub> свидетельствует о наличии восьми центральных мест на пятом уровне иерархии.

Составлено автором.

В зависимости от того, ЦМ какого уровня иерархии появляются в системе на том или ином этапе эволюции, вклад каждого из них в изменение доли городского населения системы будет различным. Рассмотрим закрытую систему ЦМ и проследим (на основе табл. 4) этапы ее эволюции:

- на первом этапе, когда появляются первые города (одно ЦМ 1-го и, к примеру, одно ЦМ 2-го уровня:  $K_1 = 2$ ), сельское население растет быстрее городского;

- на втором этапе при  $K = 2$  появляются ЦМ 3-го и 4-го уровней: повышается доля городского населения и снижается – сельского (при возможном сохранении положительных темпов прироста);

- на третьем этапе при  $K = 2$  возникают ЦМ, принадлежащие уровням с 5-го по 7-й, а рост численности населения села может прекратиться (вплоть до убыли). Для удобства закрепим за пунктами 2-го, 3-го и 4-го уровней иерархии наименование больших, а за пунктами 5-го, 6-го и 7-го уровней – малых. Если в системе присутствуют семь уровней иерархии, то развитие может закончиться или пойти дальше:

- на четвертом этапе происходит появление городов 2-го, 3-го и 4-го уровней при  $K_1 = 3$ : доля больших городов растет, малых – снижается до минимума (вплоть до отрицательных значений темпов роста);

- на пятом этапе появляются ЦМ 5-го, 6-го и 7-го уровней при  $K = 3$ : малые города растут, интенсивность роста больших падает до нулевых или отрицательных значений темпов в случае, если эволюция системы на этом завершается.

Графическое изображение соответствующих указанным этапам стадий урбанизации по Дж. Джигбсу представлено на рис. 2.

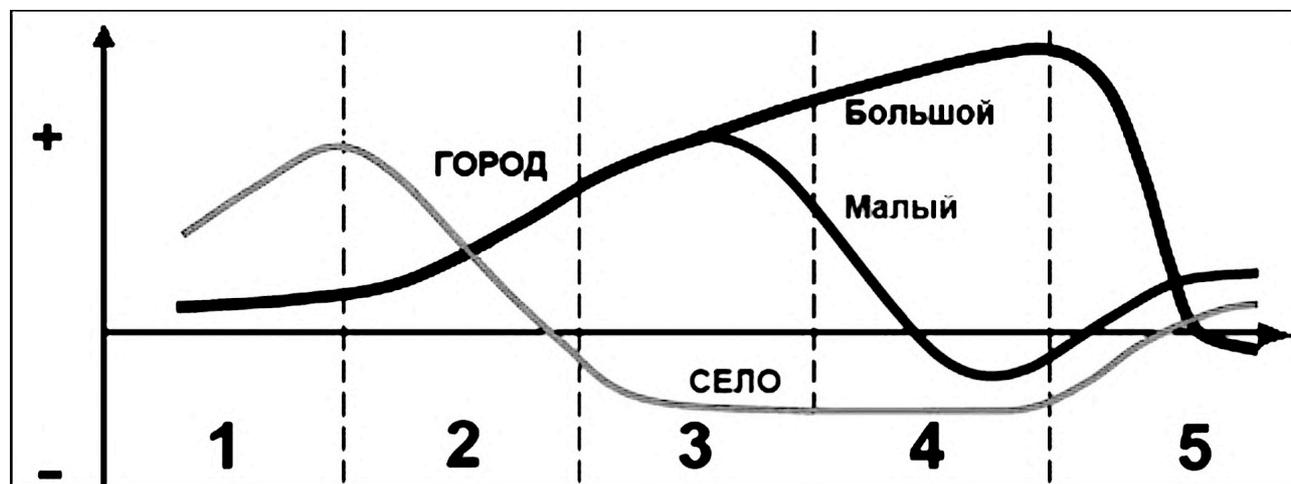


Рис. 2. Последовательность стадий урбанизации Дж. Джигбса (по А.И. Тревишу)

Соответствие стадий урбанизации (по Дж. Джиббсу) и этапов варианта однонаправленной положительной эволюции системы ЦМ в рамках изолированной кристаллеровской решетки

№ стадии / этапа	Характеристика стадии (по Дж. Джиббсу)	Возникающие в изолированной кристаллеровской решетке новые ЦМ – в зависимости от числа уровней ( $n$ ) и механизма их подчиненности ( $K$ )			
		$n \setminus K$	1	2	3
1	Возникают города, но значения темпов прироста сельского населения равны или превышают таковые для городского населения. Миграция из села в город минимальна	1	1p <sub>1</sub>	–	–
		2	–	1p <sub>2</sub>	–
2	Иницируется миграцией из сел в города нескольких «поколений», возникших на стадии 1. Начинается, когда значения темпов прироста городского населения превышают таковые для сельского населения. Появляются довольно крупные города	3	–	2p <sub>3</sub>	–
		4	–	4p <sub>4</sub>	–
3	Начинается, когда значения темпов прироста сельского населения становятся отрицательными – под влиянием миграции из сел в города	5	–	8p <sub>5</sub>	–
		6	–	16p <sub>6</sub>	–
		7	–	32p <sub>7</sub>	–
4	Преобладает миграция из малых городов в крупные. Начинается, когда значения темпов прироста населения малых городов становятся отрицательными	2	–	–	1p <sub>2</sub>
		3	–	–	4p <sub>3</sub>
		4	–	–	14p <sub>4</sub>
5	Преобладает миграция из больших городов в малые или в населенные пункты с низкой плотностью населения. В отличие от стадии 1, в основе распределения населения лежит пространственное рассредоточение по месту жительства	5	–	–	≤46p <sub>5</sub>
		6	–	–	≤146p <sub>6</sub>
		7	–	–	≤454p <sub>7</sub>

Примечание: штриховка ячеек соответствует таковой в табл. 3.

Составлено автором.

В том случае, если далее за указанными стадиями Джиббса последуют новые циклы (в виде совокупности 4-й и 5-й стадий, то есть роста больших и малых городов), то каждому из них будет соответствовать увеличение значения  $K$ . При этом далее система может достроить структуру до  $K = 7$  и семи уровней иерархии (не считая сельского) за число шагов от 1 до 4: системы ЦМ для достижения аттрактора в виде равного для всех уровней значения  $K$  проходят в своем развитии минимум один и максимум пять «циклов» Джиббса.

Теперь несколько изменим условия: будем называть ЦМ 1-го, 2-го и 3-го уровней большими городами, 4-го и 5-го – средними, 6-го и 7-го – малыми. В этом случае:

- на первом этапе появляются большие города, к примеру, при  $K = 2$ ;
- на втором этапе при этом же значении  $K$  появляются ЦМ 4-го и 5-го уровней;
- на третьем этапе при  $K = 2$  возникают ЦМ, принадлежащие уровням с 5-го по 7-й.

Графическое изображение соответствующих указанным этапам стадий в рамках теории дифференциальной урбанизации (по Г. Гейеру и Т. Контули) представлено на рис. 3; их соотношение – в табл. 5. Как и в случае с концепцией Джиббса, если за указанными стадиями в рамках теории дифференциальной урбанизации последуют новые циклы, то каждому из них будет соответствовать увеличение значения  $K$ .

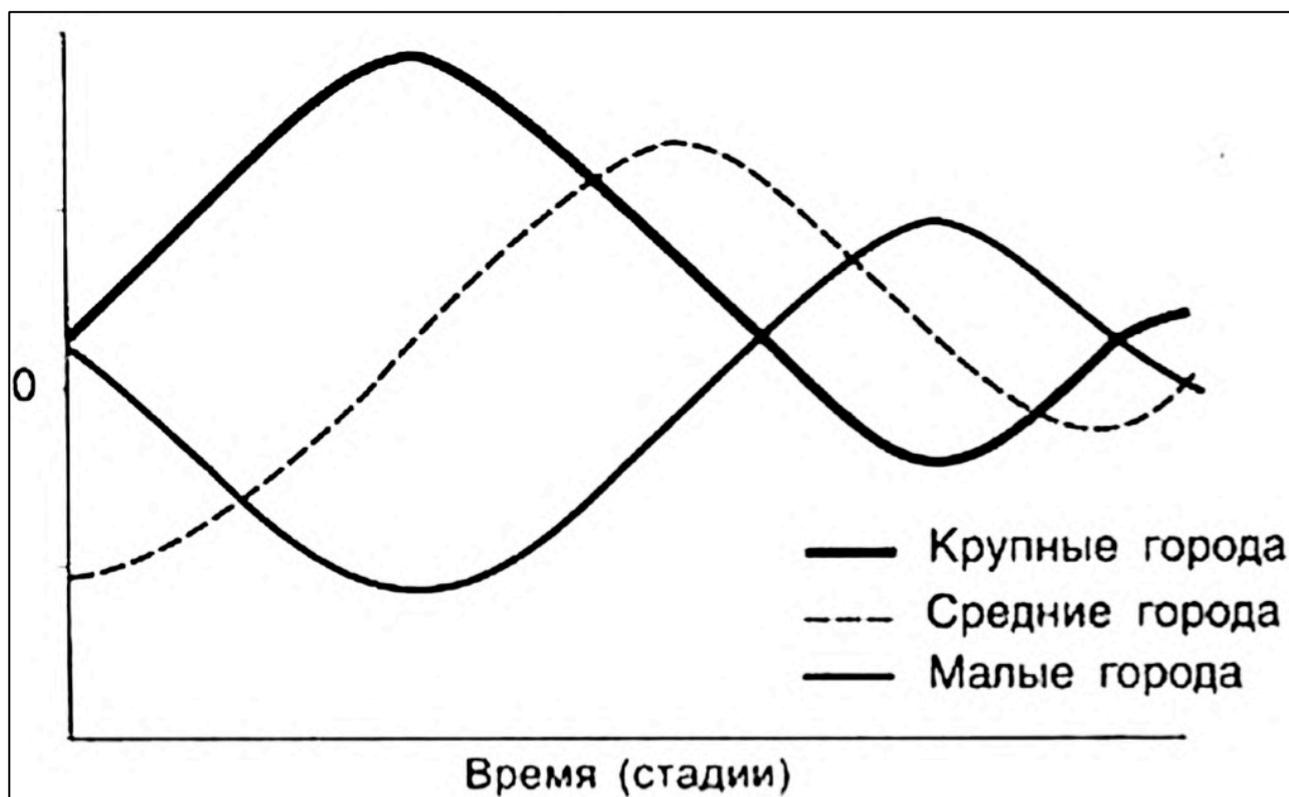


Рис. 3. Последовательность стадий в соответствии с теорией дифференциальной урбанизации Г. Гейера и Т. Контули (по Т.Г. Нефедовой и А.И. Трейвишу)

Соответствие стадий в рамках теории дифференциальной урбанизации (по Г. Гейеру и Т. Контули) и этапов варианта однонаправленной положительной эволюции системы ЦМ в рамках изолированной кристаллеровской решетки

№ ста- дии / этапа	Характеристика стадии (по Г. Гейеру и Т. Контули)	Возникающие в изолированной кристаллеровской решетке новые ЦМ – в зависимости от числа уровней ( $n$ ) и механизма их соподчиненности ( $K$ )			
		$n \setminus K$	1	2	3
1	Рост одного или нескольких первичных центров – возникают крупные города	1	1p <sub>1</sub>	–	–
		2	–	1p <sub>2</sub>	–
		3	–	2p <sub>3</sub>	–
2	Рост средних городов – процесс пространственной деконцентрации (поляризационная реверсия)	4	–	4p <sub>4</sub>	–
		5	–	8p <sub>5</sub>	–
3	Малые города растут быстрее, чем большие и средние (контрурбанизация). Завершается первый и начинается следующий цикл городского развития	6	–	16p <sub>6</sub>	–
		7	–	32p <sub>7</sub>	–

Примечание: штриховка ячеек соответствует таковой в табл. 3.

Составлено автором.

При этом система может достроить структуру до  $K = 7$  и семи уровней иерархии (не считая сельского) за число шагов от 2 до 5: системы ЦМ для достижения аттрактора в виде равного для всех уровней значения  $K$  проходят в своем развитии минимум один и максимум шесть «циклов» дифференциальной урбанизации. Иными словами, если концепция Джиббса и теория дифференциальной урбанизации достаточно строго определяют последовательность стадий, то эволюция систем ЦМ гораздо более вариабельна – по крайней мере в рамках возможности одномоментного недостраивания каждого уровня до значения  $K = 7$ .

**3. На каждом этапе эволюции системы существует единственный вариант иерархии центральных мест по численности населения и единственный вариант их расположения в решетке: в процессе исследования они определяются с помощью уравнений и принципов теории центральных мест.**

Значение  $K$  может отличаться для разных уровней иерархии системы ЦМ. В этой связи уравнение (5) в представленном выше виде справедливо лишь для систем с тремя уровнями иерархии – 1-м, 2-м и уровнем сельских поселений; для всех остальных случаев оно должно быть изменено. Например, для системы с четырьмя уровнями иерархии оно будет иметь вид

$$\varphi = 1 - (1 - k)^2 \times \left( \frac{K_1}{K_1 - k} \right) \quad \text{– для 2-го уровня ЦМ,} \quad (7)$$

$$\varphi = 1 - (1 - k)^3 \times \left( \frac{K_1}{K_1 - k} \right) \times \left( \frac{K_2}{K_2 - k} \right) \quad \text{– для 3-го уровня ЦМ.} \quad (8)$$

При анализе реальных систем расселения с помощью ТЦМ значения  $\varphi$  и  $k$  определяются эмпирически. Значение  $K$  в исследованиях наших предшественников задавалось сверху для всей системы в целом, то есть было постоянным для всех уровней иерархии. Мы считаем возможным находить его расчетным способом на основе (7), (8) и аналогичных уравнений, а также установленной выше последовательности этапов эволюции системы: в этом случае мы получаем возможность строгого распределения ЦМ по уровням иерархии.

В качестве примера рассмотрена простая в структурном отношении (12 ЦМ – городских поселений, а также сельские населенные пункты в 2016 г.) система ЦМ Лесото. Помимо структурной простоты, определяющей доступность анализа, она представляет собой удачный пример для рассмотрения по причине анклавного развития<sup>1</sup>: территориальная изолированность системы положительно проявляется в том, что никакие внешние расселенческие факторы не оказывают влияния на ход ее эволюции.

Расположим 12 ЦМ (столбец 1) в порядке уменьшения численности их населения (столбец 2). Затем построим опорную табл. 6, включающую накопленную численность населения с учетом каждого города (столбец 3) и соответствующую долю городского населения (столбец 4).

<sup>1</sup> Лесото, несмотря на тесные отношения с ЮАР, фактически никогда не была частью последней. Большая часть территории Лесото расположена выше 1400 м над уровнем моря, что естественным образом разграничивало районы проживания басуто и наиболее активных в военном отношении европейских переселенцев и некоторых народов Южной Африки.

Опорная таблица для системы ЦМ Лесото, 2016 г.\*

<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>2.007.201</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	<i><math>\varphi</math></i>	<i><math>k</math></i>	<i><math>K_1</math></i>	<i><math>K_2</math></i>
Масеру	330.760					
Мапуцэ	55.541	386.301	0,192	0,165	1,210	–
Мохалес-Хук	40.040	426.341	0,212	0,165	1,442	–
Мафетенг	39.754	466.095	0,232	0,165	1,802	–
Хлоцэ	38.558	504.653	0,251	0,165	2,419	–
Бутха-Бутхе	35.108	539.761	0,269	0,165	3,596	–
Цгутхинг	27.314	567.075	0,283	0,165	5,942	–
Тятеяненг	24.257	591.332	0,295	0,165	–	1,095
Цгачаснек	15.917	607.249	0,303	0,165	–	1,170
Тхаба-Цека	15.248	622.497	0,310	0,165	–	1,254
Мокхотлонг	12.940	635.437	0,317	0,165	–	1,338
Семонконг	7.856	643.293	0,320	0,165	–	1,395

\*Сельские поселения не представлены.

Рассчитано и составлено автором.

В соответствии с ТЦМ, значение  $k$  (столбец 5) одинаково для ЦМ всех уровней иерархии (кроме последнего сельского, в таблице не показанного). Из уравнений (7)–(8) получаем расчетные значения  $K$  соответственно для каждого ЦМ каждого уровня иерархии (столбцы 6 и 7). В идеальном случае численность населения ЦМ одного уровня должна быть одинаковой и на определенном шаге в сумме при расчете давать то  $K_1$ , которое соответствует их числу плюс единица. Однако в реальных системах расселения одинаковая людность поселений встречается редко. Поэтому значение  $K$  соответствует не каждому центральному месту в отдельности, а той накопленной численности населения, которую может обслужить одно центральное место более высокого уровня. Расчет  $K$  (движение вниз по столбцу) ведется до достижения этим параметром значения 7: оно может оказаться меньше этого порога, но ни при каких обстоятельствах не может его превышать, поскольку в ТЦМ расстояния от каждого ЦМ  $n$ -го уровня до всех обслуживаемых им ЦМ  $(n+1)$ -го уровня одинаковы. Достигнув

максимального значения  $K^{рассч.}$ , мы заканчиваем счет, относим все посчитанные города к одному уровню иерархии и, учитывая полученные выражения для предыдущих уровней (в табл. 6 – значение  $K_1$  для города Цгутхинг) – то есть взаимодействие между ними, переходим к расчетам для следующего уровня. Такая процедура продолжается до тех пор, пока все ЦМ не будут распределены по уровням. При этом разница в значениях  $K^{рассч.}$  и  $K^{идеал.}$  (согласно ТЦМ) заключается в несоответствии реальной и идеальной численности населения ЦМ того или иного уровня. Для системы ЦМ Лесото таким образом  $K_1^{идеал.} = (1+6) / 1 = 7$ ;  $K_2^{идеал.} = (1+6+5) / (1+6) = 1,714$ .

Популяционную структуру системы Лесото образуют, помимо уровня сельских поселений, три уровня иерархии городов. Далее необходимо определить, какую пространственную структуру имеет эта система – какова ее кристаллеровская решетка. Поскольку ТЦМ имеет дело не с частями непрерывного континуума расселения, а с самостоятельными системами, то мы не можем в качестве идеала для сравнения использовать участок классической кристаллеровской решетки. Это препятствие преодолел А.А. Важенин, предложивший использовать вместо непрерывных решеток изолированные – разные для соответствующих показателей  $K$ .

Главная проблема изолированных решеток с разными  $K$  – в невозможности перехода между ними в рамках эволюции системы. Для ее решения мы предлагаем закрепить за единственным и постоянным графическим изображением структуры соответствующее  $K = 7$  для каждого уровня (рис. 4, левая часть). Таким образом, системы, отвечающие разным значениям  $K$ , будут изображаться как части структуры, соответствующей завершению последнего этапа эволюции – своего рода трафарета, локусы которого будут занимать ЦМ по мере своего возникновения в ходе эволюции систем. В то же время ЦМ всех уровней, начиная с 3-го, располагаются в решетке для  $K = 7$  на разном расстоянии от ЦМ 1-го уровня: далее необходимо определить, какие именно локусы и в какой последовательности будут заполняться.

Первыми в ходе эволюции возникают ЦМ 2-го уровня. Примем расстояния от ЦМ 1-го уровня до любого ЦМ 2-го уровня за условную единицу; также установим, что система с  $K = 7$  на рис. 4 ориентирована по сторонам света. В этом случае первое ЦМ при появлении может занять любой локус: пусть в процессе эволюции первым возникает ЦМ, ориентированное на запад, а последующие – в направлении по часовой стрелке. Второе ЦМ потенциально также может занять любой локус на втором уровне, однако примем во внимание, что на ранних этапах ЦМ 2-го уровня может догнать и перегнать по численности своего населения ЦМ пока еще 1-го уровня.

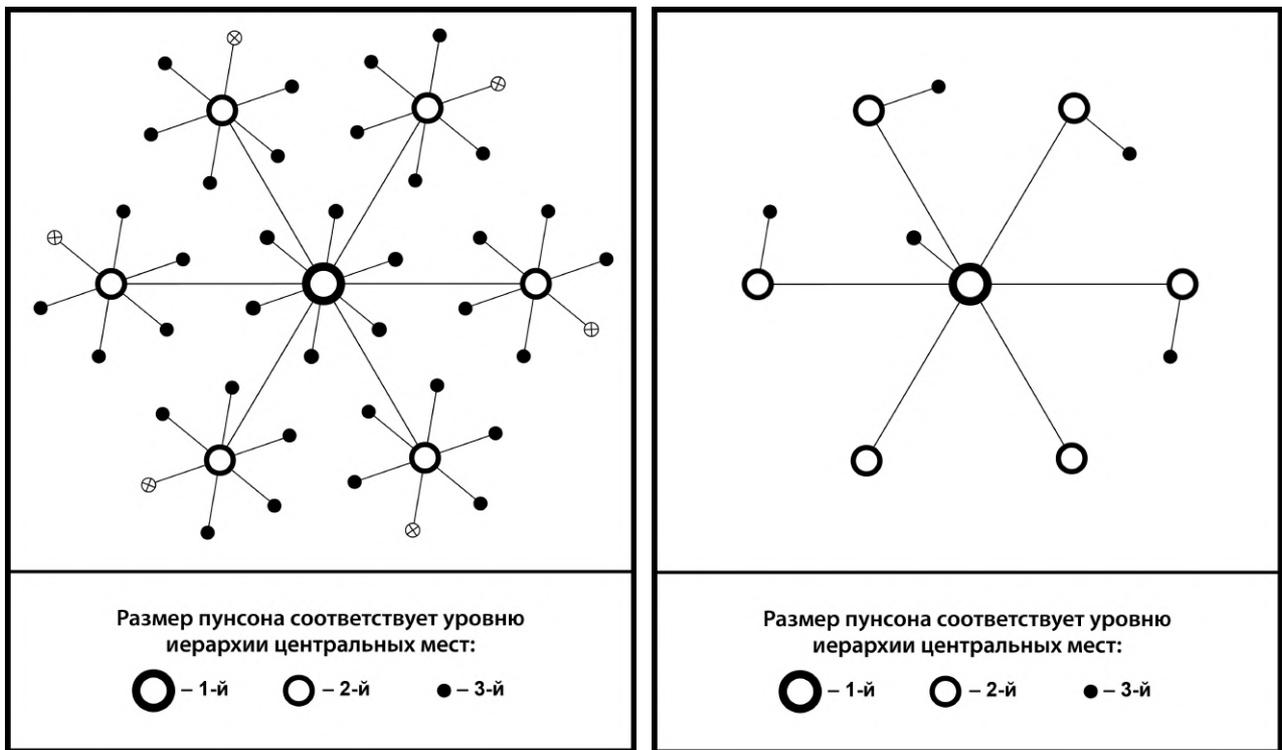


Рис. 4. Структура решетки, соответствующей идеальной системе ЦМ на последнем этапе ее эволюции при  $K = 7$  (слева) и системе ЦМ Лесото в 2016 г.

Примечание: показаны три первых уровня иерархии. Оптимальные локусы 3-го уровня показаны пунсонами с темной заливкой внутри, терминальные – со скрещенными линиями внутри пунсона без заливки.

Составлено автором.

Если новое ЦМ 2-го уровня займет северо-западный локус, то последующая возможная смена ЦМ 1-го уровня никак на системе не отразится: расстояния между всеми ЦМ 1-го и 2-го уровней останутся равными единице, а новым ЦМ 1-го уровня может стать любое из ЦМ 2-го уровня – западное или северо-западное. Любой другой локус на 2-м уровне – северо-восточный, восточный или юго-восточный (юго-западный в своем расположении аналогичен северо-западному) – не будет оптимальным, поскольку одно из трех расстояний после смены лидера будет превышать единицу. Возникающее третье ЦМ 2-го уровня иерархии займет северо-восточный (а не восточный или юго-восточный) локус: лишь в этом случае возможна смена ЦМ 1-го уровня. Однако уже не любое из трех ЦМ 2-го уровня может занять место лидера, а только вполне определенное – северо-западное, поскольку единичные расстояния сохранятся между всеми ЦМ только в этой ситуации. Четвертое ЦМ 2-го уровня займет восточный локус; для пятого и шестого столь жесткого закрепления локусов нет – оба оставшихся будут равнозначными.

Уже на этапе появления ЦМ 2-го уровня проявляется упорядоченность в занятии ими определенных локусов решетки с целью обеспечения ее максимальной лабильности: таким образом, теперь ТЦМ позволяет объяснить смену ЦМ уровня их иерархии. По мере роста значения  $K^2$  лабильность решетки снижается, а при достаточно разветвленной структуре ( $K = 5$  и более для двух уровней иерархии, не считая уровня сельских поселений) решетка становится стабильной – смена ЦМ своего уровня иерархии перестает быть теоретически возможной.

Поскольку локусы 3-го уровня расположены на разном расстоянии от ЦМ 1-го уровня, то их ценность будет различаться: если ЦМ конкурируют между собой за пространство, то при своем возникновении они должны располагаться прежде всего там, где расстояние может обеспечить возможность будущего перехода на более высокий уровень иерархии или переподчинения ЦМ более высокого уровня – в *оптимальных локусах*. В левой части рис. 4 они показаны пунсонами с темной заливкой: те из них, которые обслуживаются непосредственно ЦМ 1-го уровня, расположены на одинаковом от него расстоянии и, следовательно, равноценны для возникающих ЦМ 3-го уровня. Обслуживаемые ЦМ 2-го уровня оптимальные локусы отличаются по своей ценности: расположение в одном из них для ЦМ 3-го уровня (показан в правой части рис. 4) позволяет им перейти в будущем на 2-й уровень, поскольку расстояние до него и до существующих ЦМ 2-го уровня от ЦМ 1-го уровня одинаково и равно условной единице; остальные локусы 3-го уровня оптимальны, поскольку на них могут перейти ЦМ 4-го уровня, на рис. 4 не показанные.

Возникающие после заполнения всех оптимальных локусов на уже существующем уровне ЦМ вынуждены занимать оставшиеся локусы – *терминальные* (на рис. 4 показаны в числе ЦМ 3-го уровня – без заливки и со скрещенными линиями внутри): в решетке они не имеют локусов-двойников по расстояниям, поэтому перейти с них или на них популяционно и пространственно затратно. Общее число локусов в решетке не так и мало: на 2-м, 3-м и 4-м уровнях иерархии максимально возможное их количество – 57. При этом 38 из них – «двойники» по расстоянию: ровно два из каждых трех локусов – оптимальные, один из каждых трех – терминальный.

Вывод о необходимости обеспечения максимальной лабильности решетки в процессе ее построения представляет собой следствие более общего физического и, вероятно, общенаучного принципа, в соответствии с которым структура должна пере-

---

<sup>2</sup> Здесь и далее, если не указано иное,  $K$  без индекса соответствует  $K^{идеал}$ .

ходить в состояние, которое минимизирует общую потенциальную энергию системы. Применительно к ТЦМ принцип минимума потенциальной энергии системы означает, что на каждом этапе эволюции системы ЦМ последние будут размещаться в тех локусах решетки, которые, с одной стороны, обеспечивают ее устойчивую равновесную структуру, с другой – позволяют ЦМ изменять ранг своей иерархии с минимумом энергетических затрат всей системы в целом.

С помощью уравнения Бекманна–Парра рассчитаем суммарную идеальную численность 2-го уровня иерархии (число ЦМ на нем равно шести) системы Лесото:

$$6 \times p_1 \times \left( \frac{1 - k}{K_1^{идеал.} - k} \right) = 6 \times 330760 \times \left( \frac{1 - 0,165}{7 - 0,165} \right) = 242444.$$

Для 3-го уровня иерархии – соответственно (число ЦМ на нем равно пяти):

$$5 \times p_1 \times \left( \frac{1 - k}{K_1^{идеал.} - k} \right) \times \left( \frac{1 - k}{K_2^{идеал.} - k} \right) = 5 \times 330760 \times \left( \frac{1 - 0,165}{7 - 0,165} \right) \times \left( \frac{1 - 0,165}{1,714 - 0,165} \right) = 108910.$$

Разделив реальную численность населения (табл. 6) на идеальную, получаем  $R_2^t = 0,975$  и  $R_3^t = 0,700$  для 2-го и 3-го уровней иерархии соответственно. Поскольку значения каждого из них меньше единицы, оба уровня оказываются более «легкими», чем это предполагает ТЦМ. Для компенсации меньшей численности населения в рамках равновесного состояния всей системы они должны в среднем находиться ближе к ЦМ 1-го уровня, чем предполагается в теории.

Пространственная структура системы ЦМ Лесото выглядит следующим образом – рис. 4, правая часть. Идеальные средние расстояния при этом составляют в долях единичного расстояния от ЦМ 1-го уровня до ЦМ 2-го уровня: для второго уровня иерархии =  $(1,000 + 1,000 + 1,000 + 1,000 + 1,000 + 1,000)/6 = 1,000$ ; для третьего =  $(0,378 \times 1 + 1,000 \times 4)/5 = 0,876$ .

Для ЦМ из табл. 6 реальные расстояния по прямой от ЦМ 1-го уровня составляют: до ЦМ 2-го уровня – 62,6; 92,8; 61,1; 73,7; 96,4 и 122,3 км, 3-го уровня – 146,5; 111,7; 153,6; 45,2 и 45,0 км. Тогда средние реальные расстояния для уровней составят: для 2-го – 84,8 км, для 3-го – 100,4 км; отнесенные к среднему расстоянию от ЦМ 1-го уровня до ЦМ 2-го уровня: для 2-го – 1,000; для 3-го – 1,184 долей единицы. Разделив средние эмпирические относительные расстояния на идеальные, получаем для соответствующих уровней:  $R_2^e = 1,000/1,000 = 1,000$  и  $R_3^e = 1,184/0,876 = 1,352$ .

Сумма отношений  $R_n^t/R_n^e$  для всех уровней интерпретирована В.А. Шупером как показатель изостатического равновесия системы ЦМ в целом. Действительно, в

случае равенства численности населения всех ЦМ всех уровней соответствующим показателям для населенных пунктов систем расселения, а также равенства соответствующих расстояний между ними указанная сумма отношений равна числу уровней иерархии в системе ( $n$ ) за вычетом первого (представленного одним ЦМ) и последнего (представленного ЦМ – сельскими поселениями):

$$\sum_{n=2}^{n-1} \frac{R_n^t}{R_n^e} = n - 2. \quad (9)$$

Однако, как показал В.А. Шупер, (9) выполняется не только в случае равенства показателей, но и в случае погашения возмущений, определяемых отклонениями показателей систем расселения от таковых для систем ЦМ: к примеру, если 2-й уровень иерархии в системе расселения оказывается менее населенным (более «легким») по сравнению с таковым в системе ЦМ, однако расположенным ближе к ЦМ 1-го уровня ровно в такое же число раз, то отношение  $R_2^t/R_2^e$  будет соответствовать таковому при равенстве показателей. Чем ближе сверху или снизу к значению показателя изостатического равновесия для системы ЦМ (правая часть уравнения (9)) таковое для системы расселения (левая часть (9)), тем более последняя устойчива – стабильна, или равновесна. То есть тем более уравновешены гравитационные эффекты, связанные с отличием в людности и расстояниях в системе ЦМ и в соответствующей ей системе расселения.

Таким образом, особенность подхода российской школы ТЦМ в конечном счете состоит в соотнесении реальной системы расселения с системой ЦМ в рамках сравнения неоднородного и анизотропного географического пространства систем расселения и однородного и изотропного физического пространства систем центральных мест. Собственно, российский подход в ТЦМ и отличается этим от зарубежного, в рамках которого происходит не сравнение, предполагающее наличие цели в эволюции систем, а «бесцельный» перенос свойств идеальной системы ЦМ на реальную систему расселения. В отличие от сетевых теорий, релятивистская ТЦМ на основе показателя изостатического равновесия задает состояния устойчивости систем в виде аттракторов – своеобразных локальных и глобальной целей их эволюции.

Здесь мы вплотную подходим к определению важнейшего *принципа эквивалентности в релятивистской ТЦМ*, определяющего возможность логического перехода в исследованиях от реальных систем расселения к системам центральных мест и позволяющего избежать таких коллизий как «идеализированная территория», «изо-

тропная равнина» и др. В соответствии с этим принципом, формирование систем расселения в географическом пространстве происходит аналогично формированию систем центральных мест в физическом пространстве. В обоих случаях, если гравитационные эффекты скомпенсированы, мы не сможем отличить систему расселения от системы центральных мест, то есть, в конечном счете, неоднородное и анизотропное географическое пространство от однородного и изотропного физического. Следствие этого – эквивалентность, с одной стороны, людности поселений и ЦМ и, с другой, расстояний между ними в реальных системах расселения и системах ЦМ.

Для случая Лесото показатель изостатического равновесия равен:

$$\frac{R_2^t}{R_2^e} + \frac{R_3^t}{R_3^e} = \frac{0,975}{1,000} + \frac{0,700}{1,352} = 1,493$$

В теории, поскольку в системе существуют 4 уровня иерархии (1-й, 2-й, 3-й и уровень сельских поселений), показатель изостатического равновесия должен быть равен  $4 - 2 = 2$ ; расчетное значение существенно меньше теоретического. Это свидетельствует о низкой степени устойчивости системы к внешним и внутренним воздействиям, а также о том, что в ближайшее время весьма вероятно изменение ее структуры в соответствии с выявленной выше последовательностью. Изменения эти затронут в первую очередь 3-й уровень иерархии, поскольку именно для него отношение в уравнении изостатического равновесия больше всего отличается от единицы.

**4. Формирование кристаллеровской иерархии возможно на самых ранних этапах эволюции и требует меньшего по объему перераспределения населения между центральными местами в сравнении с зипфовским распределением; с ростом доли городского населения соответствие реального рангового распределения городов идеальному (по Зипфу) уменьшается.**

В исследованиях наших предшественников на ограниченном эмпирическом материале установлено начальное соответствие систем расселения правилу Зипфа, повышающееся по мере роста доли городского населения до 50%, и в дальнейшем – постепенное формирование в них иерархической структуры, приводящее к ухудшению соответствия правилу «ранг–размер» и улучшению соответствия предсказаниям ТЦМ. Проверим эти эмпирические закономерности на теоретическом уровне. Для этого несколько преобразуем уравнение (5):

$$\frac{1 - \varphi}{1 - k} = \left[ \frac{K \times (1 - k)}{K - k} \right]^{n-2} \Leftrightarrow \frac{1 - \varphi}{1 - k} = \left[ 1 + \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \right]^{n-2} \quad (9)$$

Далее проверим справедливость следующих соотношений:

$$\frac{k \times (1 - K)}{K - k} > -1 \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n - 2 = 0 \\ \left[ 1 + \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \right]^{n-2} = 1 + (n - 2) \times \left( \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \right) \end{array} \right. \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n - 2 = 1 \\ \left[ 1 + \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \right]^{n-2} = 1 + (n - 2) \times \left( \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \right) \end{array} \right. \quad (12)$$

Очевидно, (10) выполняется при  $K > 1$  и  $k < 1$ , то есть при стандартных накладываемых ТЦМ на данные показатели ограничениях; (11) и (12) выполняются всегда. Тогда для любого  $(n - 2)$ , принадлежащего множеству натуральных чисел с включенным нулем, имеем справедливость следующего неравенства Бернулли:

$$\left[ 1 + \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \right]^{n-2} \geq 1 + (n - 2) \times \frac{k \times (1 - K)}{K - k}.$$

Из (9) в этом случае получаем:

$$\frac{1 - \varphi}{1 - k} \geq 1 + (n - 2) \times \frac{k \times (1 - K)}{K - k} \Leftrightarrow n \geq 2 + \frac{(\varphi - k) \times (K - k)}{k \times (K - 1) \times (1 - k)}. \quad (13)$$

Именно при определяемом (13) числе уровней может начинаться формирование кристаллеровской иерархии. Первое слагаемое в правой его части представляет собой сумму числа уровней – первого (с одним центральным местом) и последнего (представленного в частном случае сельскими поселениями, обслуживающими только себя). Значение второго слагаемого нам необходимо оценить снизу – тогда мы сможем точно сказать, при образовании какого именно уровня иерархии формируется распределение ЦМ по Кристаллеру. Оценим его минимально, то есть:

$$\frac{(\varphi - k) \times (K - k)}{k \times (K - 1) \times (1 - k)} = 0. \quad (14)$$

Суть (14) при выполнении (13) заключается в том, что в системе присутствуют лишь два уровня иерархии ЦМ, представленные сельскими поселениями и единственным выделившимся из их числа городом. Очевидно, справедливо (14) лишь при  $\varphi = k$ , то есть при наличии в системе единственного города – ЦМ. Таким образом, число уровней иерархии, с которого возможно начало формирования кристаллеровской иерархии, равно двум: появившийся первый и уровень сельских населенных пунктов – *формирование кристаллеровской иерархии возможно на самых ранних этапах развития системы ЦМ.*

Проверка этой теоретической закономерности проведена нами на примере Новой Зеландии, поскольку: 1) она в значительной степени изолирована от крупных по площади территорий, эволюция систем расселения которых могла бы повлиять на ход соответствующих процессов в ее системе расселения; 2) размер характерного пространства системы ЦМ Новой Зеландии полностью укладывается в установленные рамки ( $10^4$ – $10^5$  км<sup>2</sup>), чего нельзя с полной уверенностью сказать, к примеру, о пространстве соответствующих систем США или Австралии даже на ранних этапах их развития; 3) статистическая база по людности поселений ведется в Новой Зеландии со времени их появления: мы получили непрерывный ряд соответствующих данных за более чем 175 лет.

Используя данные переписей населения 1851–1911 гг., а также текущего учета за 1842 г. – первого полного года существования Новой Зеландии как отдельной от Нового Южного Уэльса колонии, нанесем на график (рис. 5) значения показателей:

- 1) доли городского населения;
- 2)  $K$  для ЦМ 1-го уровня иерархии в рамках построенных опорных таблиц (для проверки соответствия распределению по Кристаллеру);
- 3) расхождения реального и идеального (по Зипфу) рангового распределения городов, рассчитанного по формуле

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=2}^n |p_i^{\text{реал.}} - p_i^{\text{идеал.}}|,$$

где  $p_i^{\text{реал.}}$  – реальная численность населения города  $i$ -го ранга в ряду поселений, составленном по убыванию их людности;

$p_i^{\text{идеал.}}$  – соответствующая идеальная численность в рамках зипфовского распределения, рассчитанная по формуле;

$n$  – число взятых для рассмотрения городов системы (в общем случае для рассмотрения брались города, имеющие ранг со 2-го по 11-й, или меньшее их число, если во всей совокупности их насчитывается меньше десяти).

Всего за 70 первых лет своего развития – к 1911 г. – система достигла 50%-го уровня урбанизированности по сравнению с 12,5% в начале ее формирования. Таким образом, рис. 5 позволяет проверить не только 4-е, но и дополнительно 1-е защищаемые положения. Начнем с проверки соответствия системы правилу Зипфа. Как видно из хода графика  $A$ , в наилучшей степени распределение городов Новой Зеландии по численности населения соответствует зипфовскому на первом этапе развития систе-

мы – в первые несколько лет с момента основания поселений. Если говорить о соответствии вообще уместно в этом случае: значение расчетного показателя достаточно велико. При этом с ростом доли городского населения происходит еще более стремительный рост  $A$ . Иными словами, распределение городов по людности все более удаляется от зипфовского. Таким образом, пример Новой Зеландии показывает, что, начиная с первых лет своего существования, системы расселения крайне незначительно соответствуют правилу Зипфа; с ростом уровня урбанизированности и без того весьма незначительное соответствие все более ухудшается.

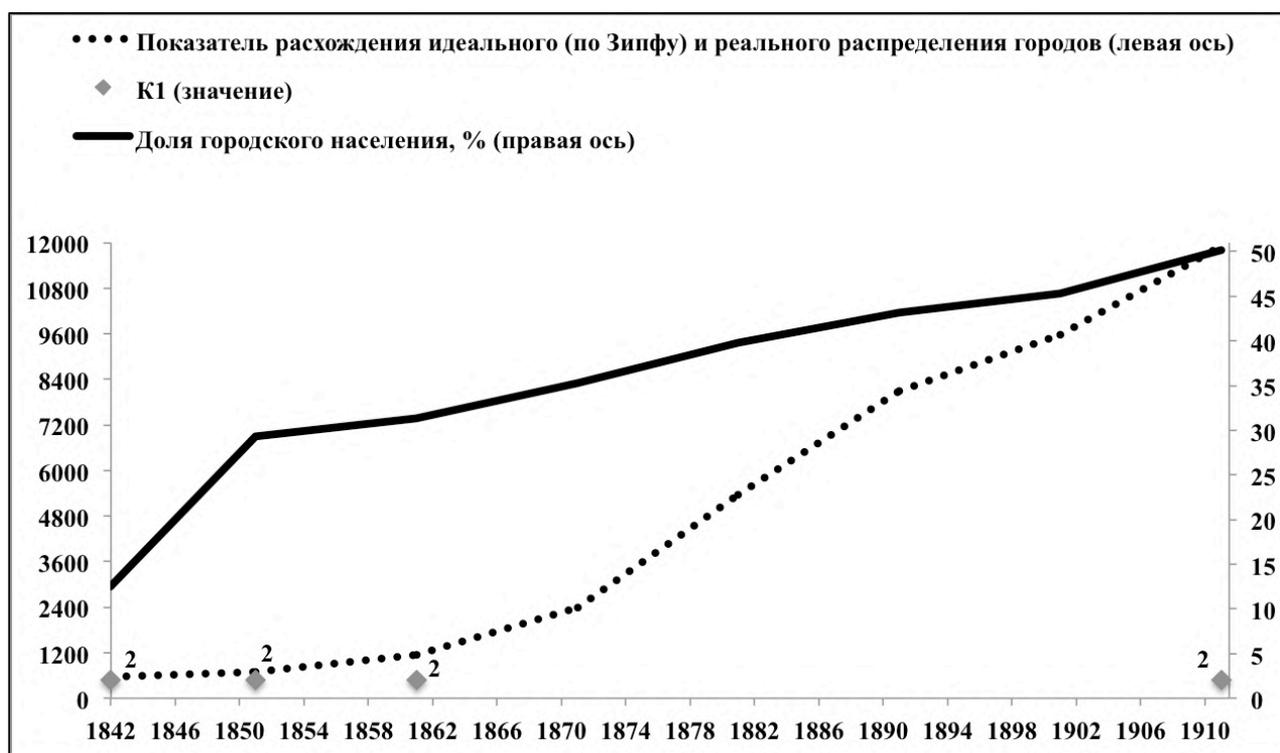


Рис. 5. Изменение значений доли городского населения и показателей, отражающих соответствие системы расселения Новой Зеландии в 1842–1911 гг. распределению Зипфа и Кристаллера

Составлено автором.

Перейдем к проверке гипотезы о соответствии распределения городов по уровням иерархии кристаллеровскому – с учетом выявленных в положении 1 закономерностей. По состоянию на 1842, 1851 и 1861 гг. система выстраивалась по Кристаллеру: ее решетка выглядит следующим образом (рис. 6). Несмотря на то, что в пространственном отношении разницы между структурой идеальной системы по состоянию на разные годы периода 1842–1861 гг. нет, состав группы из трех первых по

людности городов изменялся – более того, изменялся лидер: если сначала им был Веллингтон, то затем – Окленд.

Выясним, какой из этих вариантов наиболее предпочтителен: ответ на этот вопрос аналогичен ответу на вопрос о том, сколь устойчива каждая из трех структур ЦМ анализируемого периода. Рассчитаем соответствующие значения показателя изостатического равновесия (табл. 7).

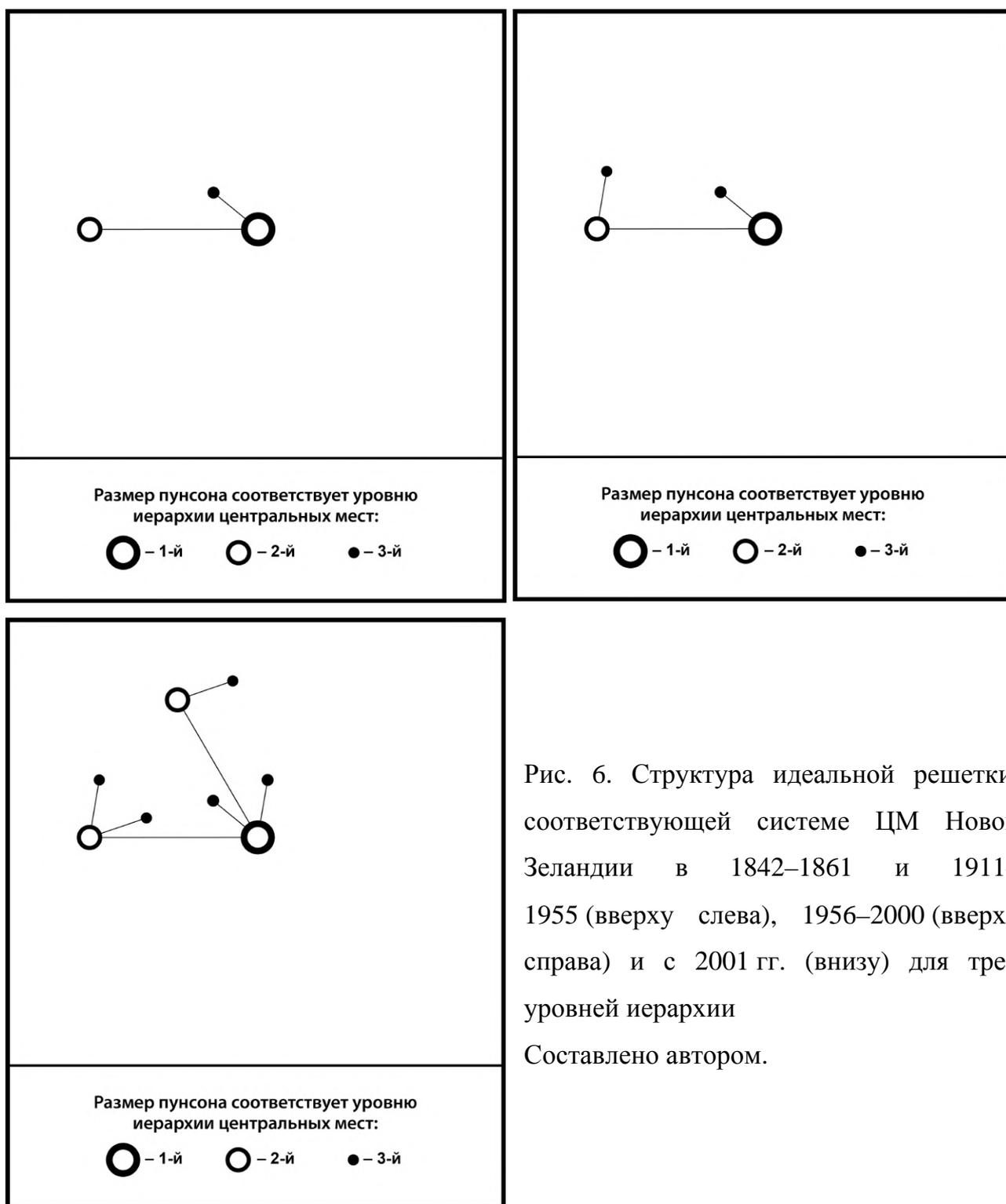


Рис. 6. Структура идеальной решетки, соответствующей системе ЦМ Новой Зеландии в 1842–1861 и 1911–1955 (вверху слева), 1956–2000 (вверху справа) и с 2001 гг. (внизу) для трех уровней иерархии

Составлено автором.

Характеристики системы ЦМ Новой Зеландии в период 1842–1861 гг.

Год	2-й уровень иерархии		3-й уровень иерархии		Показатель изостатического равновесия	
	$R_2^t$	$R_2^e$	$R_3^t$	$R_3^e$	Расчетный	Идеальный
1842	1,558	1,000	2,048	0,668	4,623	2,000
1851	1,379	1,000	1,601	2,724	1,967	2,000
1861	1,678	1,000	1,641	1,227	3,015	2,000

Рассчитано и составлено автором.

Очевидно, наиболее устойчива структура 1851 г., когда разница между расчетным и идеальным значениями показателя изостатического равновесия минимальна. При этом двумя первыми городами по численности населения будут Окленд и Веллингтон (в такой последовательности – это обстоятельство весьма важно потому, что в XX–XXI вв. именно Окленд почти всегда будет ЦМ 1-го уровня). Вероятно, структура по Кристаллеру продолжила бы складываться и далее, если бы в Новой Зеландии не наступила золотая лихорадка: обнаружение на Южном (до 1907 г. – Среднем) острове вблизи Данидина месторождения привело к масштабной иммиграции и выходу города в лидеры списка наиболее населенных мест. Это обстоятельство инициировало перестройку популяционной структуры системы ЦМ, которая, строго говоря, перестала быть системой: даже 2-й уровень иерархии не был сформирован. Лидерство Данидина продлилось около 20 лет: уже к 1891 г. Окленд вернул себе первое место в списке наиболее многочисленных городов, однако потребовалось еще 20 лет – до 1911 г., чтобы вновь сформировалась кристаллеровская иерархия.

Возникшая при этом пространственная структура решетки ЦМ была полностью аналогична той, которая появилась в 1840-х годах. В дальнейшем она лишь усложнялась (рис. 6), однако увеличение доли городского населения не приводило к соответствующему (табл. 3) изменению  $K$ : лишь в первые годы своего существования уровень урбанизированности (12,5%) примерно соответствовал значению  $K$  («около» 2 для системы в целом). Уже к 1911 г. горожане составляли 50% населения страны, тем не менее значение  $K$  по-прежнему составляло 2 для всей системы. В 2018 г. структура системы для трех первых уровней иерархии лишь приближалась к значению  $K = 3$ , в то время как доля городского населения уже превысила 75%. Даже сейчас структура

системы ЦМ Новой Зеландии не обладает высокой степенью устойчивости: расчетное значение показателя изостатического равновесия почти всегда выше или ниже идеального – это вполне ожидаемо для систем, находящихся на начальных этапах своего развития.

**5. Чем более поздний этап в своей эволюции проходит самостоятельная система, тем более она устойчива: к изменениям структуры систем в ходе эволюции наиболее приспособлены более высокие уровни иерархии.**

В одной из работ А.Л. Валесяна при анализе системы ЦМ Эстонии 1989 г. был выбран вариант кристаллеровской системы с  $K = 4$ . Выше нами было показано, что изначальный, сделанный сверху выбор варианта системы в значительной степени произволен и далеко не всегда отражает фактическую структуру. В то же время, проведенный на основе опорной табл. 8 расчет показал, что в 1989 г. значение  $K$  для первого уровня иерархии действительно было равно 4. Более того, накопленное значение этого показателя было очень близко к теоретически предсказанному (равному 4,000), отличаясь от него лишь на 0,5%.

Суммарное число ЦМ, распределенных по уровням иерархии (кроме последнего), составило в 1989 г. 56 единиц, при этом на 3-м уровне оказалось 11 из них (в случае постоянства значения  $K = 4$  для всех уровней иерархии их должно быть 12), на 4-м – 41 (вместо 48). Фактическая численность населения 2-го и 4-го уровней иерархии отличались от теоретически предсказанной менее чем на 1% (в абсолютном выражении менее, чем на 1 тыс. человек) – это привело к тому, что значения  $R_2^t$  и  $R_4^t$  для них составили 1,001 и 0,994 соответственно при идеальном значении, равном 1,000. Таким образом, 2-й и 4-й уровни фактически нельзя отнести ни к «легким» (когда идеальная численность населения уровня превышает реальную), ни к «тяжелым». Однозначно «тяжелым» является лишь 3-й уровень иерархии системы ЦМ Эстонии: его реальная численность населения превышает идеальную в 1,106 раза; в то же время он в совокупности сдвинут дальше от ЦМ 1-го уровня по сравнению с идеальным расстоянием ровно в такое же число раз – таким образом, его вклад в показатель изостатического равновесия равен 1,000. Вклад 2-го уровня почти такой же – 1,001: иными словами, для того, чтобы система ЦМ Эстонии была абсолютно устойчивой, вклад 4-го уровня должен составлять 0,999 долей единицы. Однако в реальности он оказался несколько больше – 1,061. Показатель изостатического равновесия для системы ЦМ Эстонии в целом в 1989 г. составил 3,062, что даже ближе к идеальному (3,000), чем было установлено А.Л. Валесяном (3,127).

Опорная таблица для двух уровней иерархии системы ЦМ Эстонии в 1989–2021 гг.

<b>1989 г.</b>					
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>1.572.916</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$
Таллин	482.037				
Тарту	113.977	596.014	0,379	0,306	1,359
Нарва	81.356	677.370	0,431	0,306	1,975
Кохтла-Ярве	76.581	753.951	0,479	0,306	4,022
<b>2011 г.</b>					
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>1.294.455</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$
Таллин	393.222				
Тарту	97.600	490.822	0,379	0,304	1,386
Нарва	58.663	549.485	0,424	0,304	1,926
Пярну	39.728	589.213	0,455	0,304	2,754
Кохтла-Ярве	37.201	626.414	0,484	0,304	5,001
<b>2021 г.</b>					
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>1.330.068</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$
Таллин	438.341				
Тарту	95.430	533.771	0,401	0,330	1,322
Нарва	53.424	587.195	0,441	0,330	1,688
Пярну	50.639	637.834	0,480	0,330	2,417
Кохтла-Ярве	32.577	670.411	0,504	0,330	3,517
Вильянди	16.875	687.286	0,517	0,330	4,714
Маарду	15.284	702.570	0,528	0,330	6,974

Рассчитано и составлено автором.

Идеальная решетка, соответствующая системе ЦМ Эстонии в 1989 г., представлена на рис. 7. В 2000 г. основу системы расселения Эстонии составляли те же 56 городских поселений, причем их распределение по уровням иерархии было абсолютно идентичным таковому в 1989 г. Состав 1-го и 2-го уровней изменений не претерпел, во второй половине 3-го уровня некоторые населенные пункты поменялись местами, а место Кивиыли в числе его ЦМ занял выделенный из состава Кохтла-Ярве Йыхви.

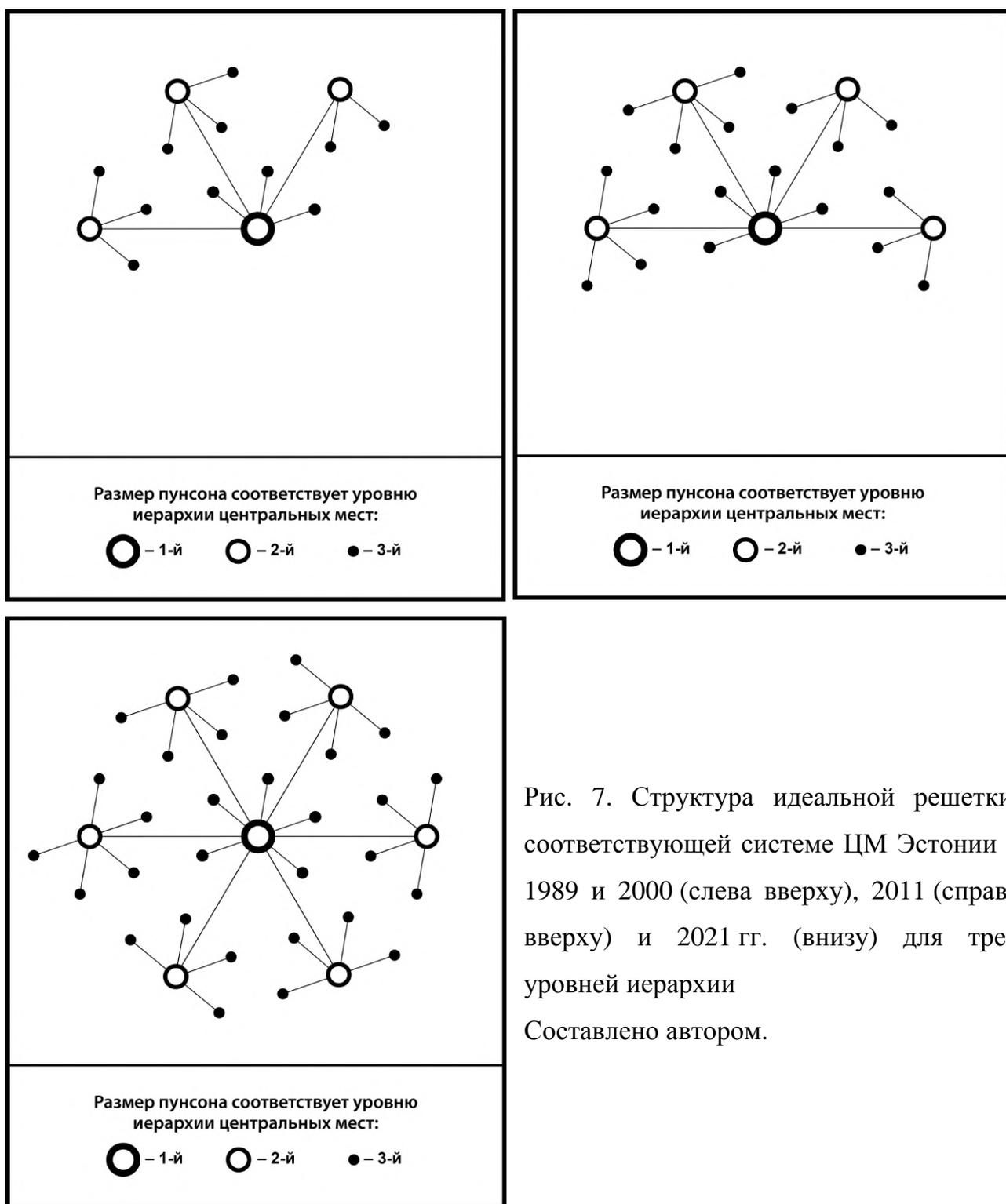


Рис. 7. Структура идеальной решетки, соответствующей системе ЦМ Эстонии в 1989 и 2000 (слева вверху), 2011 (справа вверху) и 2021 гг. (внизу) для трех уровней иерархии  
 Составлено автором.

Однако каждый в отдельности уровень иерархии стал несколько хуже по сравнению с 1989 г. удовлетворять своему идеальному вкладу в интегральный показатель изостатического равновесия. Стал «легким» 2-й уровень иерархии (значение  $R_2^t$  равно 0,949), 3-й и 4-й – «тяжелыми» (1,135 и 1,020 соответственно), при этом 3-й оказался в среднем дальше от ЦМ 1-го уровня, чем положено в соответствии с ТЦМ, 4-й – наоборот, ближе. Однако значение показателя изостатического равновесия системы в целом в 2000 г. улучшилось по сравнению с 1989 г. и составило 3,040.

Таким образом, распад СССР не сказался на системе ЦМ Эстонии, то есть не стал дискретизирующим фактором – вероятно, она стала самостоятельной задолго до этого события (и даже до вхождения в состав СССР), а разветвленная в популяционном и пространственном отношении структура системы на средних и поздних этапах эволюции обладает достаточным запасом устойчивости. В то же время усилившееся к 2000 г. отклонение от идеального (1,000) вклада каждого уровня в показатель изостатического равновесия (0,949 – для 2-го уровня; 1,009 – для 3-го; 1,082 – для 4-го) свидетельствует об ожидающих систему в ближайшее время структурных изменениях – и они произошли.

К 2011 г. система перешла к структуре, соответствующей  $K_1 = 5$  (табл. 8, рис. 7). Причем накопленное значение для последнего ЦМ 2-го уровня составляет 5,001 – это свидетельствует о том, что  $R_2^t$  (как и вклад уровня в значение показателя изостатического равновесия) должен быть близким к единице. Это предположение подтверждается расчетами: реальная численность 2-го уровня составила 233192 человека, что лишь на 8 человек больше идеального значения показателя; а показатель изостатического равновесия для уровня отличался от единицы лишь с пятого знака после запятой. 3-й уровень иерархии также оказался почти готовым к переходу к иной иерархической и пространственной структуре: по сравнению с идеальным вариантом он оказался чуть «тяжелее» ( $R_3^t$  равен 1,064), но и чуть дальше от ЦМ 1-го уровня ( $R_3^e$  равен 1,013) при  $K = 5$ : устойчивость самого уровня, как и в случае 2-го, оказалась значительной (показатель изостатического равновесия равен 1,050).

Наименее подготовленным к изменениям оказался 4-й уровень иерархии: численность его населения составила лишь несколько более  $2/3$  от идеальной, а среднее расстояние до ЦМ 1-го уровня – даже меньшим, чем в идеальном случае. Таким образом, вклад уровня в общее для всей системы значение показателя изостатического равновесия составил лишь 0,739. Итоговое значение последнего оказалось меньше 3,000 – лишь 2,789. Это говорит о том, что 4-й уровень иерархии наименее устойчив в

настоящее время к изменениям, и в случае континуального развития системы ЦМ изменения в первую очередь затронут именно его. Однако это говорит и о том, что при изменениях в ходе эволюции наиболее устойчивыми и приспособленными к ним оказываются более высокие уровни иерархии.

В 2017 г. в системе расселения Эстонии произошли некоторые изменения: проведенная административно-территориальная реформа привела к укрупнению единиц местного самоуправления в соответствии с критерием, согласно которому община считается эффективной только при минимуме людности в 5 тыс. жителей. Несмотря на то, что из этого правила есть несколько исключений, в целом, реформа привела к уменьшению их числа с 217 до 79. Это сказалось и на структуре городского расселения: существенно выросла людность Таллина (табл. 8), а между группами городов людностью 10 и 6 тыс. жителей образовалась лакуна. Общее число городов уменьшилось с 58 в 2011 г. до 47. Усиление вертикали административного управления, которое являлось целью реформы, закономерно привело к переходу структуры системы ЦМ Эстонии к  $K_1 = 7$ . Однако к нему оказался готов лишь 2-й уровень иерархии: расчетное накопленное значение  $K$  для него почти совпадает с идеальным для данного типа, а  $R_2^t$  (как и вклад в общий показатель изостатического равновесия для системы) составил 1,000. Фактическое население 3-го уровня иерархии превышает идеальное в 1,035 раза, однако его ЦМ расположены от ЦМ 1-го уровня дальше, чем должны быть (со значением показателя изостатического равновесия для этого уровня 0,858). Наиболее уязвимым оказался 4-й уровень иерархии: на нем не только стало меньше ЦМ, чем было (вследствие перехода части из них на 3-й уровень иерархии и выбытия некоторых других вследствие административной реформы), но и значение показателя изостатического равновесия составило лишь 0,209: для всей системы в целом оно оказалось на целую единицу меньше идеального – 2,067.

**6. Объединение систем центральных мест определяет прогрессивную направленность эволюции: новая структура формируется быстро и более устойчива, чем таковая каждой из образовавших ее систем. Разделение системы на изолированные части ведет к регрессу: структуры новых систем формируются гораздо дольше и оказываются на более раннем этапе своей эволюции, чем исходная.**

Дискретное развитие рассмотрено нами исключительно в связи с возвращением системы ЦМ после непредсказуемых изменений структуры к логической последовательности континуального развития (табл. 3). Один из вариантов – объединение си-

стем ЦМ, ранее развивавшихся в значительной степени независимо друг от друга. Учитывая необходимость наличия статистической базы, выбор полигона исследования мог быть сделан между системами Йеменской Арабской Республики (ЙАР, или Северного Йемена) и Народной Демократической Республики Йемен (НДРЙ, или Южного Йемена) или ГДР и ФРГ<sup>3</sup>. Поскольку изучение второго случая – систем, находящихся на высокой ступени развития и имеющих в своем составе агломерации – требует совершенно особого подхода в рамках ТЦМ, для рассмотрения были взяты первоначально самостоятельные системы ЦМ Северного и Южного Йемена, объединившиеся в дальнейшем в единую систему.

До объединения обе системы имели разные точки отсчета. Северный Йемен после поражения Османской империи в Первой мировой войне развивался в значительной степени самостоятельно – сначала в качестве Йеменского Мутаваккилийского королевства (с 1918 по 1962 гг.), затем – ЙАР (с 1962 по 1990 гг.). Южный Йемен, во-первых, был британским протекторатом и, во-вторых, не представлял собой единого политического образования – по крайней мере вплоть до получения независимости в 1967 г. Это наложило свой отпечаток на развитие двух систем: в 1975 г. в структуре первой имелось 17 ЦМ, распределенных по четырем уровням иерархии; в структуре второй в 1973 г. – лишь 3 ЦМ и два уровня (табл. 9). В то же время доля городского населения в Южном Йемене составляла 19,2% при  $K_1 = 3$ , а в Северном – лишь 6,7% при  $K_1 = K_2 = 2$ , что свидетельствует о достаточно высокой степени концентрации населения Южного Йемена в небольшом числе городов. Пространственная структура идеального аналога обеих систем представлена на рис. 8. При этом система ЦМ Южного Йемена была довольно неустойчива: значение показателя изостатического равновесия составляло лишь 0,454 при идеальном значении, равном 1. В то же время система ЦМ Северного Йемена была более стабильной: значение показателя изостатического равновесия составляло 3,173 при идеальном значении, равном 3.

В 1990 г. Южный и Северный Йемен объединились в Йеменскую Республику, или Йемен. Если обратиться к пространственной структуре идеальных решеток, соответствующих реальным системам расселения Северного и Южного Йемена, то после объединения оптимальной была бы следующая структура: одно ЦМ 1-го уровня, три ЦМ 2-го уровня и два ЦМ 3-го уровня. Однако, как следует из табл. 9 и рис. 8, был

---

<sup>3</sup> Иные полигоны не изучались по причине отсутствия статистических данных: к примеру, с 1931 по 1979 гг. переписи населения на территории современного Вьетнама не проводились.

реализован другой вариант: система ЦМ Северного Йемена оказалась фактически присоединенной к системе ЦМ Южного Йемена с заменой ЦМ 1-го уровня. Значение  $K_1$  не изменилось и составило 3,000; а значение  $K_2$  повысилось с 2,000 до 2,667. Сразу после объединения новая система ЦМ оказалась очень устойчивой – гораздо более устойчивой, чем образовавшие ее системы в отдельности: значение показателя изостатического равновесия при распределении ЦМ по четырем уровням иерархии составило 2,959 при идеальном значении 3,000. К 2004 г. структура изменилась мало: значение  $K_1$  осталось прежним – 3, однако  $K_2$  увеличилось до 4. При этом степень устойчивости системы уменьшилась: значение показателя изостатического равновесия снизилось до 2,492. Это свидетельствует, во-первых, о том, что далеко не всегда равновесное состояние (при значении указанного показателя, близкого к идеальному) оказывается закрепленным системой на долгое время – скорее это зависит от ее индивидуальных характеристик. Во-вторых, о том, что система находится в состоянии перехода к иному варианту структуры. Вероятно, следующим шагом будет переход от  $K_1 = 3$  к  $K_1 = 4$ .

Таким образом, влияние дискретизирующего поступательную эволюцию объединения двух систем ЦМ достаточно быстро сходит на нет: единая система восстанавливает континуальный характер своего развития. Это особенно характерно для систем, устойчивость которых в рамках отдельной эволюции была низкой. При этом далеко не всегда реальная численность населения уровней должна превышать (для нечетных уровней) и оказываться ниже (для четных уровней) теоретически предсказанной на основе ТЦМ.

Второй вариант дискретного развития системы ЦМ – ее распад. В этом случае могут образоваться две или более независимых системы, однако мы рассмотрели особый случай, отражающий влияние распада не на одну из новых систем в целом, а на ее часть – Северо-Восточную Индию (семь штатов нынешней Индии, которые оказались почти отрезанными от остальной территории страны после разделения в 1947 г. Британской Индии на Индийский Союз и Пакистан). В 1941 г. система ЦМ Северо-Восточной Индии, несмотря на достаточно низкий уровень урбанизированности (менее 5%), характеризовалась значением  $K_1 = 4$ , а также  $K_2$  и  $K_3$  несколько более 2 (рис. 9, табл. 10). Все выделяемые зависимые уровни иерархии (со 2-го по 4-й) оказались «тяжелыми», то есть реальная численность их населения была выше теоретически предсказанной.

Опорные таблицы для систем ЦМ Южного, Северного и объединенного Йемена

<b>ЮЖНЫЙ ЙЕМЕН (1973 г.)</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>1.590.275</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	<i><math>\varphi</math></i>	<i><math>k</math></i>	<i><math>K_1</math></i>	<i><math>K_2</math></i>
Аден	240.400					
Эль-Мукалла	45.000	285.400	0,179	0,151	1,240	–
Сайун	20.000	305.400	0,192	0,151	1,397	–
<b>СЕВЕРНЫЙ ЙЕМЕН (1975 г.)</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>6.471.893</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	<i><math>\varphi</math></i>	<i><math>k</math></i>	<i><math>K_1</math></i>	<i><math>K_2</math></i>
Сана	134.600					
Ходейда	88.700	223.300	0,035	0,021	3,015	–
Таиз	86.900	310.200	0,048	0,021	–	2,976
Дамар	21.000	331.200	0,051	0,021	–	5,790
<b>ЙЕМЕН (1994 г.)</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>14.587.807</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	<i><math>\varphi</math></i>	<i><math>k</math></i>	<i><math>K_1</math></i>	<i><math>K_2</math></i>
Сана	954.448					
Аден	398.294	1.352.742	0,093	0,065	1,754	–
Таиз	317.571	1.670.313	0,115	0,065	4,798	–
Ходейда	298.452	1.968.765	0,135	0,065	–	1,510
Эль-Мукалла	122.359	2.091.124	0,143	0,065	–	1,927
Сайун	111.728	2.202.852	0,151	0,065	–	2,592
Ибб	103.312	2.306.164	0,158	0,065	–	3,839
Дамар	82.920	2.389.084	0,164	0,065	–	6,315
<b>ЙЕМЕН (2004 г.)</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>	<i>19.685.161</i>	<i>Накопленная численность населения системы</i>	<i><math>\varphi</math></i>	<i><math>k</math></i>	<i><math>K_1</math></i>	<i><math>K_2</math></i>
Сана	1.707.531					
Аден	588.938	2.296.469	0,117	0,087	1,554	–
Таиз	466.968	2.763.437	0,140	0,087	2,915	–
Ходейда	409.994	3.173.431	0,161	0,087	–	1,354
Ибб	212.992	3.386.423	0,172	0,087	–	1,673
Эль-Мукалла	182.478	3.568.901	0,181	0,087	–	2,111
Дамар	146.346	3.715.247	0,189	0,087	–	2,685
Амран	77.825	3.793.072	0,193	0,087	–	3,146
Баджилль	55.760	3.848.832	0,196	0,087	–	3,592
Саада	51.870	3.900.702	0,198	0,087	–	4,142
Рада	51.087	3.951.789	0,201	0,087	–	4,883
Сайун	49.083	4.000.872	0,203	0,087	–	5,905

Примечание: представлены ЦМ, принадлежащие уровням иерархии с 1-го по 3-й.

Составлено автором.

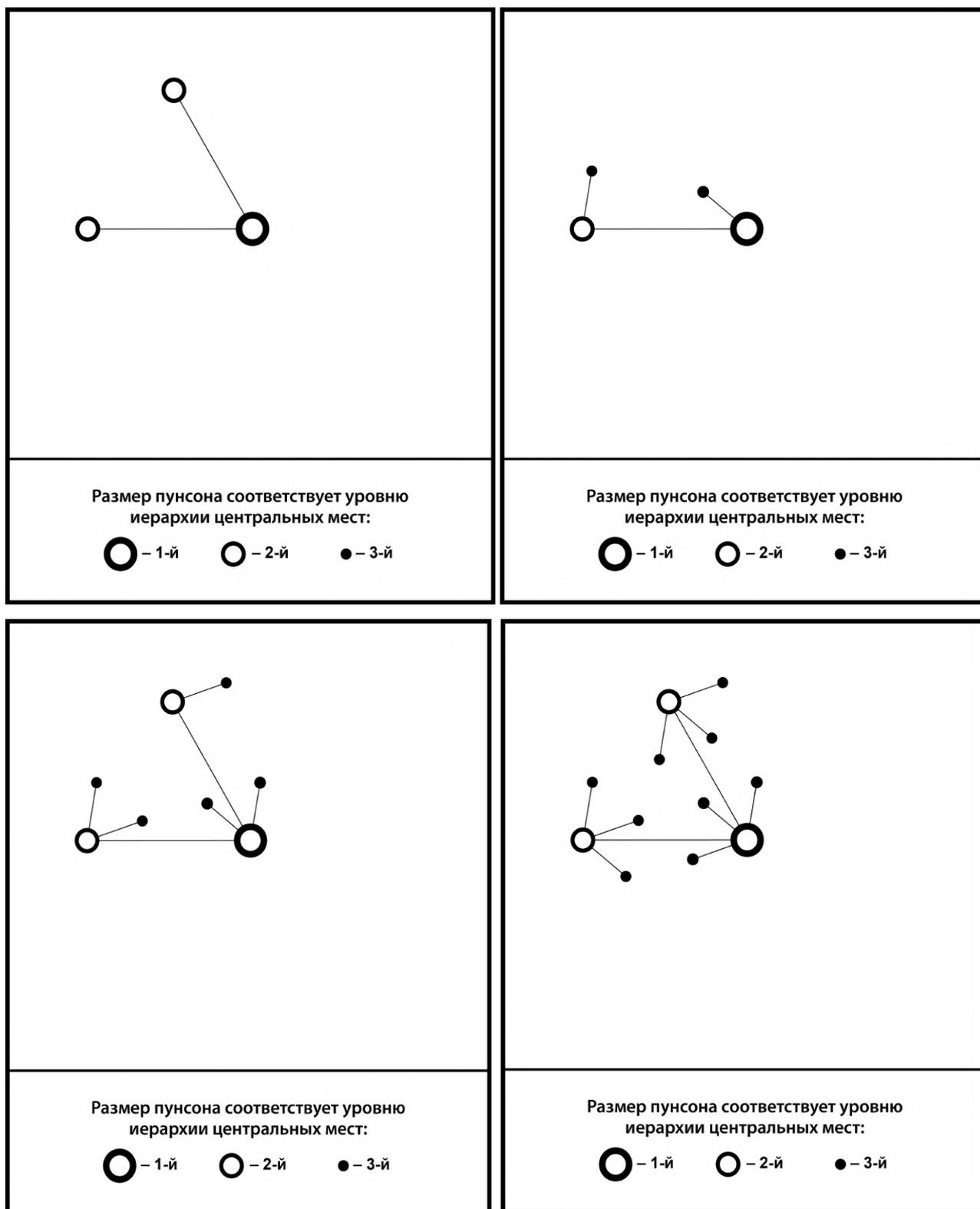


Рис. 8. Структура идеальной решетки, соответствующей системе ЦМ Южного Йемена в 1973 г. (слева вверху); Северного Йемена в 1975 г. (справа вверху); Йемена после объединения – в 1994 г. (слева внизу) и в 2004 гг.

Примечание: представлены ЦМ, принадлежащие уровням иерархии с 1-го по 3-й.  
 Составлено автором.

## Опорные таблицы для систем ЦМ Северо-Восточной Индии

<b>1941 г.</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>		<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$	$K_2$
	8.858.624					
Импхал	99.716					
Шиллонг	30.734	130.450	0,015	0,011	1,448	–
Гаухати	29.598	160.048	0,018	0,011	2,559	–
Дибругарх	23.191	183.239	0,021	0,011	6,480	–
Барпета	18.466	201.705	0,023	0,011	–	1,231
Агартала	17.693	219.398	0,025	0,011	–	1,581
Силчар	16.601	235.999	0,027	0,011	–	2,162
Наугонг	12.972	248.971	0,028	0,011	–	3,036
Дхубри	12.699	261.670	0,030	0,011	–	5,034
<b>1951 г.</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>		<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$	$K_2$
	10.530.157					
Шиллонг	53.756					
Гаухати	43.615	97.371	0,009	0,005	5,398	–
Агартала	42.595	139.966	0,013	0,005	–	4,974
<b>1991 г.</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>		<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$	$K_2$
	31.547.314					
Гаухати	584.342					
Импхал	198.535	782.877	0,025	0,019	1,520	–
Агартала	198.320	981.197	0,031	0,019	3,205	–
Айджал	155.240	1.136.437	0,036	0,019	–	1,371
Шиллонг	131.719	1.268.156	0,040	0,019	–	2,009
Дибругарх	120.127	1.388.283	0,044	0,019	–	3,512
<b>2001 г.</b>						
<i>Численность населения системы (человек), в т.ч.:</i>		<i>Накопленная численность населения системы</i>	$\varphi$	$k$	$K_1$	$K_2$
	38.316.918					
Гаухати	809.895					
Агартала	269.492	1.079.387	0,028	0,021	1,504	–
Айджал	228.280	1.307.667	0,034	0,021	2,652	–
Импхал	221.492	1.529.159	0,040	0,021	–	1,387
Силчар	156.948	1.686.107	0,044	0,021	–	1,917
Дибругарх	133.571	1.819.678	0,047	0,021	–	2,855
Шиллонг	132.867	1.952.545	0,051	0,021	–	5,595

Примечание: представлены ЦМ, принадлежащие уровням иерархии с 1-го по 3-й.  
Составлено автором.

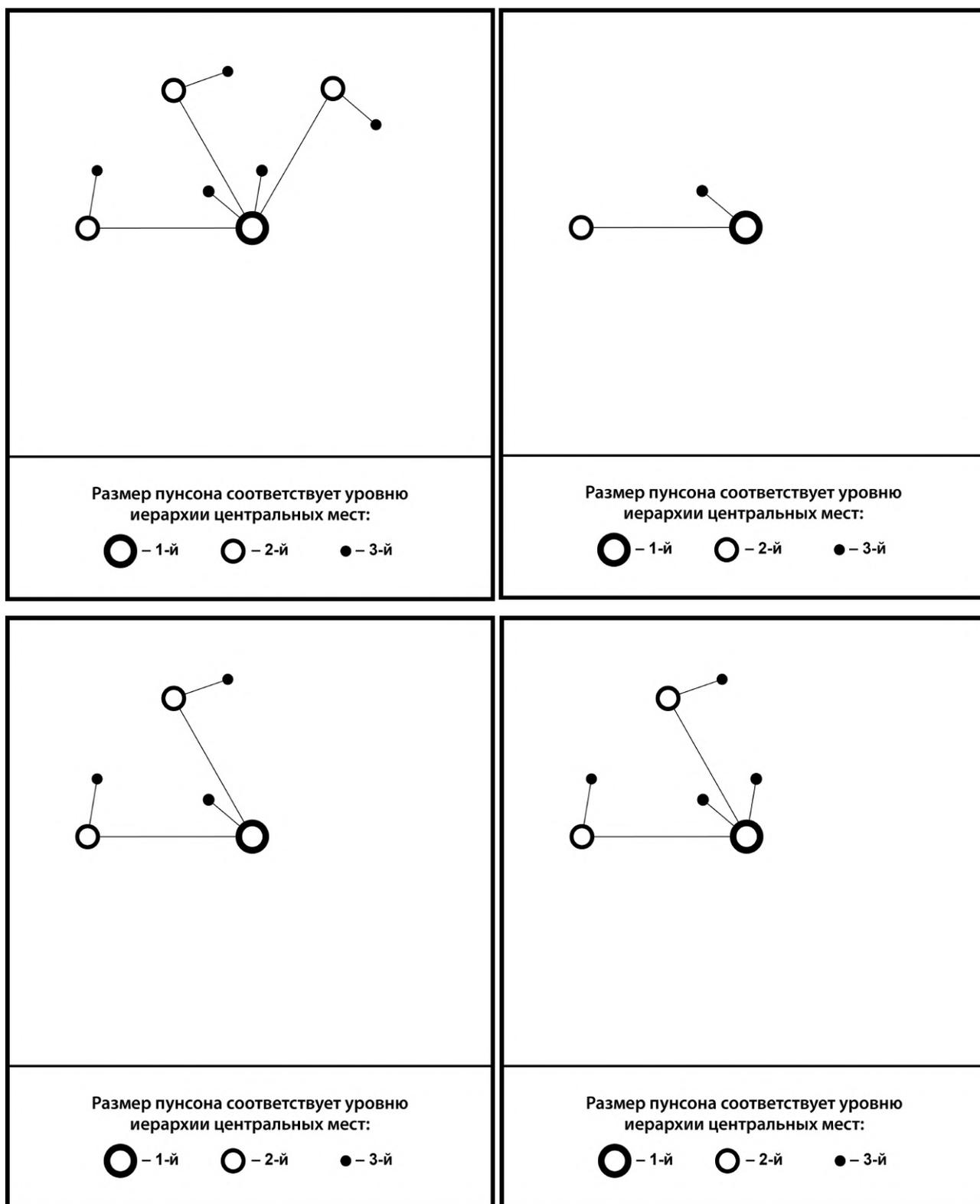


Рис. 9. Структура идеальной решетки, соответствующей системе ЦМ Северо-Восточной Индии в 1941 г. (слева вверху), 1951–1981 гг. (справа вверху), 1991 г. (слева внизу) и 2001–2011 гг.

Примечание: представлены ЦМ, принадлежащие уровням иерархии с 1-го по 3-й.  
 Составлено автором.

Для системы 1941 г. (как и всех последующих лет) характерно абсолютное преобладание ЦМ, расположенных в пределах современного штата Ассам; остальные штаты представлены на 2–4-м уровнях иерархии преимущественно лишь своими административными центрами. Однако это правило не распространяется на 1-й уровень иерархии: в 1941 г. со 100-тысячным населением его занимал Импхал – административный центр нынешнего штата Манипур. Он представлял собой важный форпост Британии, который после получения Индией независимости покинули все британские солдаты – к моменту переписи 1951 г. численность его населения уменьшилась до 3 тыс. жителей. Его место занял снова расположенный вне современного Ассама Шиллонг (штат Мегхалая). Несмотря на то, что площадь системы расселения после получения независимости изменилась мало, вместо сравнительно устойчивой в 1941 г. (значение показателя изостатического равновесия составляло 3,489 при оптимуме в 3,000) к 1951 г. образовалась достаточно примитивная в структурном отношении (2–4-й уровни иерархии занимали по одному ЦМ – рис. 9, табл. 10) и весьма неустойчивая система (значение показателя изостатического равновесия составило 2,086 при том же оптимуме). Это состояние сохранялось на протяжении 40 лет, хотя в системе и происходили некоторые изменения.

Значения  $K$  для нижних уровней иерархии стали постепенно возрастать, но на общей пространственной структуре системы (с 1-го по 3-й уровни) это не отразилось. При этом сразу после распада единой системы устойчивость таковой для Северо-Восточной Индии была достаточно низкой, еще более снизившись к 1961 г. (1,518 при оптимуме в 3,000). Однако к 1971 г. значение соответствующего показателя даже превысило положенный оптимум (3,342). Выгодная в «энергетическом» отношении иерархия ЦМ была закреплена системой и продолжила свое существование в дальнейшем: к 1991 г. в первой пятерке городов по людности произошло лишь одно изменение; пространственная структура системы изменилась от соответствующей  $K_1 = 2$  к  $K_1 = 3$ . К 2011 г. изменения произошли лишь на 4-м уровне иерархии, при этом общая устойчивость системы была достаточно далека от идеальной, однако теперь превышая его (значение показателя изостатического равновесия в 1991 – 2001 – 2011 гг. при оптимуме в 3,000 изменялось следующим образом: 3,877 – 3,679 – 3,851). В то же время система ЦМ Северо-Восточной Индии за более чем 60 лет не восстановила ту пространственную структуру, которая была характерна для системы до ее распада.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Понятие траектории эволюции структуры систем центральных мест имеет физический смысл даже в отсутствии собственно эволюции. Заявленная в формулировке цели работы, траектория выступает одновременно как линия и направление развертывания и сворачивания, во-первых, бесконечных систем ЦМ – в рамках классической ТЦМ, во-вторых, изолированных (самостоятельных) систем – в рамках релятивистской ТЦМ.

Траектория положительной эволюции (развертывания) самостоятельных систем ЦМ от  $K = 1, n = 1$  к  $K = 7, n = 7$  следующая (табл. 3): последовательное заполнение возникающими ЦМ уровнями иерархии, прерывающееся регулярным появлением подсистем по схеме «две строки – столбец – две строки – столбец – две строки – столбец (строка)». Отрицательная эволюция (сворачивание) систем от  $K = 7, n = 7$  к  $K = 1, n = 1$  протекает прежде всего по столбцам: происходит уменьшение числа ЦМ на каждом уровне иерархии при сохранении количества последних до того момента, когда решетка будет соответствовать  $K = 3$ . По достижении этого состояния отрицательная эволюция идет по строкам: сначала полностью исчезает 7-й уровень иерархии, затем – 6-й, после этого – 5-й. Заключительный этап отрицательной эволюции происходит снова по столбцам: сначала система переходит к состоянию, характеризующемуся  $K = 2$ , после – к  $K = 1$ ).

Если траектория – это линия, то закономерности – это особые точки на ней. В рамках указанных траекторий (прежде всего, положительной) закономерности эволюции систем ЦМ заключаются в следующем:

- 1) эволюция начинается с момента появления 2-го ЦМ в системе;
- 2) при прочих равных условиях иерархическая структура строится по Кристаллеру, а не по Зипфу;
- 3) по мере эволюции пространственная структура (решетка) системы становится все более стабильной: переход ЦМ с одного уровня иерархии на другой происходит все реже. При изменениях в ходе эволюции наиболее устойчивыми и приспособленными к ним оказываются более высокие уровни иерархии;
- 4) эволюция системы – непрерывный и закономерный процесс: на любом его этапе система стремится к достижению аттрактора – того состояния ее иерархической и пространственной структуры, которое позволяет сохранять устойчивость (равновесие) всей системы.

## СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Индивидуальная монография

1. *Дмитриев Р.В.* Опорный каркас расселения и хозяйства современной Индии: монография. М.: МАКС Пресс, 2014. 156 с.

### Статьи в рецензируемых изданиях, входивших на момент подписания номера в печать в актуальный перечень ВАК по специальности 1.6.13

2. *Дмитриев Р.В.* Системы центральных мест: формирование популяционной и пространственной структур // Географический вестник. 2021. № 4 (59). С. 6–17 (*RSCI*).
3. *Дмитриев Р.В.* Эволюция систем расселения в аспекте классической теории центральных мест // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. Т. 85, № 2. С. 165–175 (*Scopus*).
4. *Дмитриев Р.В., Горохов С.А.* Сельское население в системах центральных мест // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2021. Т. 7, № 3. С. 26–33 (авт. вклад – 75%).
5. *Дмитриев Р.В.* К вопросу о постоянстве значения доли центрального места в населении обслуживаемой им зоны для всех уровней кристаллеровской иерархии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 1. С. 128–135 (*Scopus*).
6. *Дмитриев Р.В.* Метрика пространства в теории центральных мест: старые проблемы, новые решения // Географический вестник. 2019. № 2 (49). С. 24–34 (*RSCI*).
7. *Елизаров В.В., Дмитриев Р.В., Ефремов И.А.* Льготы в районах Крайнего Севера: сохранить нельзя отменить // Уровень жизни населения регионов России. 2015. № 3 (197). С. 36–48 (авт. вклад – 50%).
8. *Дмитриев Р.В.* Роль надагломерационных структур в экономическом развитии современной Индии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2014. № 3. С. 35–42.
9. *Дмитриев Р.В.* Территориальные особенности развития процесса урбанизации в современной Индии // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2014. № 1 (36). С. 84–87.
10. *Горохов С.А., Дмитриев Р.В.* Итоги переписи населения Индии: анализ социального развития страны в XXI в. // География в школе. 2013. № 3. С. 12–19 (авт. вклад – 50%).
11. *Дмитриев Р.В.* Использование гравитационных моделей для пространственного анализа систем расселения // Народонаселение. 2012. № 2 (56). С. 41–47.
12. *Дмитриев Р.В.* Роль мегарегионов в трансформации территориальной структуры хозяйства Индии // Вестник Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина. Серия Экономика. 2011. Т. 6, № 4. С. 148–159.

### Статьи в рецензируемых изданиях, входивших на момент подписания номера в печать в актуальный перечень ВАК по другим специальностям

13. *Архангельский В.Н., Данилова И.А., Дмитриев Р.В., Хасанова Р.Р.* Перспективы демографического развития России до середины века // Народонаселение. 2017. № 3. С. 24–36 (авт. вклад – 25%) (*RSCI*).
14. *Дмитриев Р.В.* Развитие процессов урбанизации в Дальневосточном федеральном округе в постсоветский период // Уровень жизни населения регионов России. 2017. № 2 (204). С. 83–89.

### Статьи в прочих изданиях

15. *Дмитриев Р.В.* Теория центральных мест, стадийная концепция Д. Джиббса и теория дифференциальной урбанизации: вместе или врозь? // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика 2021: сб. науч. статей. Смоленск: Изд-во Смоленского государственного университета, 2021. С. 99–105.
16. *Дмитриев Р.В.* Городское население в системах центральных мест // Развитие регионов в XXI веке: мат-лы III Межд. науч.-пр. конф. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2021. С. 163–166.

17. **Дмитриев Р.В.** О связи между параметром  $K$  и долей городского населения в системах центральных мест // Настоящее и будущее России в меняющемся Мире: общественно-географический анализ и прогноз: мат-лы междунар. науч. конф. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. С. 435–440.
18. **Дмитриев Р.В.** Последовательность эволюции систем центральных мест без учета взаимовлияния уровней иерархии // Международный демографический форум: мат-лы заседания. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2020. С. 181–184.
19. **Дмитриев Р.В.** Теория центральных мест: основные этапы развития // Общественно-географическая структура и динамика современного евразийского пространства: вызовы и возможности для России и её регионов: мат-лы междунар. науч. конф. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2020. С. 177–181.
20. **Дмитриев Р.В.** Пространство городского расселения в аспекте теории центральных мест: метрические характеристики // Общественная география в меняющемся мире: фундаментальные и прикладные исследования: мат-лы междунар. науч. конф. в рамках X ежегод. науч. Ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов. Казань: Издательство Казанского университета, 2019. С. 51–53.
21. **Дмитриев Р.В.** Теория центральных мест: абстрактные построения и/или прикладные разработки // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: мат-лы междунар. науч.-практ. конф: в 2 тт. Т. 1. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2019. С. 62–66.
22. **Dmitriev R.V.** Changing the Hierarchy of Central Places Under the Influence of the Urbanization Level // The Book of Abstracts and Program of 2nd International Scientific Conference “Urbanization and Regional Development in Russia and Europe”. Moscow: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 2019. P. 24.
23. **Архангельский В.Н., Дмитриев Р.В.** Демографические прогнозы на период до 2030 г. // Демографическое развитие постсоветского пространства (Серия «Демографические исследования, вып. 27) / под ред. М.Б. Денисенко, Р.В. Дмитриева, В.В. Елизарова. М.: экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018. С. 138–155 (авт. вклад – 50%).
24. **Данилова И.А., Дмитриев Р.В., Потанина Ю.А.** Численность населения и демографические структуры // Демографическое развитие постсоветского пространства (Серия «Демографические исследования», вып. 27) / под ред. М.Б. Денисенко, Р.В. Дмитриева, В.В. Елизарова. М.: экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018. С. 11–54 (авт. вклад – 40%).
25. **Дмитриев Р.В.** Метрика систем городского расселения с позиции теории центральных мест: постоянство vs изменчивость // Пространственная организация общества: теория, методология, практика: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. С. 49–53.
26. **Dmitriev R.** The new nonstrict invariant in the Walter Christaller’s Central place theory // Practical Geography and XXI Century Challenges. International Geographical Union Thematic Conference dedicated to the Centennial of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences: Conference Book. Vol. 1. Moscow, 2018. P. 691.
27. **Данилова И.А., Дмитриев Р.В.** Опыт комплексной классификации регионов по уровню развития урбанистических процессов // Ежегодная международная научная конференция Ломоносовские чтения–2017. Секция экономических наук. «Потенциал экономической науки для развития России»: сб. тезисов. Т. 1. М.: Издательство Московского университета, 2018. С. 352–354 (авт. вклад – 75%).

28. *Вишневский А.Г., Дмитриев Р.В.* Глобальные демографические процессы в XX – начале XXI веков // География мирового развития. Вып. 3: сб. науч. трудов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 197–229 (авт. вклад – 50%).
29. *Дмитриев Р.В.* Урбанизация и специфика формирования городов «спящего гиганта» // Полимасштабные системы центр-периферия в контексте глобализации и регионализации: теория и практика общественно-географических исследований: мат-лы междунар. науч. конф. Симферополь: ИТ «АРЕАЛ», 2015. С. 135–140.
30. *Горохов С.А., Дмитриев Р.В.* Демографическая политика в Индии: предварительные результаты, возможные перспективы // Стратегические направления и инструменты повышения эффективности сотрудничества стран – участников Шанхайской организации сотрудничества: экономика, экология, демография. Т. 2. Уфа: Уфимский государственный университет экономики и сервиса, 2013. С. 58–63 (авт. вклад – 50%).
31. *Дмитриев Р.В.* Историко-географические особенности урбанизации и формирования сети городов в Индии // Вопросы географии. Сб. 136: Историческая география. М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. С. 200–214.
32. *Дмитриев Р.В.* Тенденции и перспективы социально-демографического развития современной Индии // Инновационное развитие экономики России: региональное разнообразие: сб. статей по мат-лам Шестой Междунар. конф.: в 2 тт. Т. 2. М.: ТЕИС, 2013. С. 781–787.
33. *Дмитриев Р.В.* Тенденции развития коридоров роста хозяйства Индии // Научные труды географического факультета МПГУ (к 90-летию со дня рождения С.Н. Раковского). М.: Буки Веди, 2013. С. 23–28.
34. *Дмитриев Р.В.* Установление границ зон влияния городов для делимитации наагломерационных структур // Современные проблемы геологии, географии и геоэкологии. Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.), 2013. С. 113–116.
35. *Дмитриев Р.В.* Коридоры роста как форма пространственного развития экономики Индии // Региональные проблемы преобразования экономики: международное сотрудничество и межрегиональная интеграция: мат-лы I междунар. форума. М.: Издательство Перо, 2012. С. 163–169.
36. *Дмитриев Р.В.* Методологические проблемы выделения наагломерационных структур // Природно-антропогенные геосистемы: мировой и региональный опыт исследований. М.: «11-й ФОРМАТ», 2012. С. 17–19.
37. *Дмитриев Р.В.* Региональная демографическая политика в Индии: достигнуты ли поставленные цели // Региональная демографическая политика (Серия «Демографические исследования», вып. 20.). М.: МАКС Пресс, 2012. С. 245–271.
38. *Дмитриев Р.В.* Тенденции и перспективы процесса урбанизации в современной Индии // Восходящие государства-гиганты БРИКС: роль в мировой политике, стратегии модернизации. М.: МГИМО, 2012. С. 368–389.
39. *Дмитриев Р.В.* Факторы демографического развития городов Индии // Демографические аспекты социально-экономического развития (Серия «Демографические исследования», вып. 22). М.: МАКС Пресс, 2012. С. 279–301.
40. *Дмитриев Р.В.* Факторы роста населения городов современной Индии // Территориальная организация общества и управление в регионах (к 100-летию со дня рождения С.А. Ковалева. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2012. С. 110–114.
41. *Дмитриев Р.В., Горохов С.А.* Особенности процесса урбанизации в Индии в период 1881–2011 гг. // Российская глубинка — модели и методы изучения (Серия «Материалы сессий Экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества», вып. 29). М.: Эслан, 2012. С. 432–442 (авт. вклад – 75%).

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

### ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕСТ: ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- 1.1. Устаревший эмпирический конструкт или актуальный источник закономерностей в «чистом виде»?
- 1.2. Этапы развития и новые вызовы
- 1.3. Аксиомы, показатели и соотношения

### ГЛАВА 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕСТ

- 2.1. Доказательство постоянства значения доли центрального места в населении обслуживаемой им зоны и определение ее инварианта для бесконечной кристаллеровской решетки
- 2.2. Последовательность эволюции систем центральных мест в рамках континуума расселения
- 2.3. Последовательность эволюции изолированных (самостоятельных) систем центральных мест

### ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ ИЕРАРХИИ ПОСЕЛЕНИЙ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИКА

- 3.1. Иерархия населенных пунктов: правило Зипфа и/или теория центральных мест?
- 3.2. Системы центральных мест: построение популяционной структуры
- 3.3. Системы центральных мест: построение пространственной структуры

### ГЛАВА 4. КОНТИНУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕСТ

- 4.1. Положительная эволюция на ранних этапах: пример Новой Зеландии
- 4.2. Положительная эволюция на средних и поздних этапах: пример Эстонии
- 4.3. Отрицательная эволюция: пример Дальнего Востока

### ГЛАВА 5. ДИСКРЕТНОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕСТ

- 5.1. Разнонаправленная эволюция: пример Лесото
- 5.2. Объединение независимых систем: пример Йемена
- 5.3. Распад единой системы: пример северо-восточной Индии

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ