

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-3-21>

УДК 339.96

JEL N57, O19, R12

Р. В. Дмитриев ^{а)}, С. А. Горохов ^{б)}, М. М. Агафошин ^{в)}^{а, б, в)} Институт Африки РАН, г. Москва, Российская Федерация

Международная помощь странам Африки в решении водной проблемы: пространственные стратегии Китая, возможности для России¹

Аннотация. Решение проблемы обеспечения чистой водой населения и хозяйства обозначено в качестве одной из главных задач Повестки дня Африканского союза – 2063. Достижение плановых показателей в рамках указанной задачи осуществляется на основе как собственных финансовых ресурсов стран Африки, так и международной помощи со стороны России, Китая, США и др. стран. В качестве основной гипотезы исследования выступает предположение о возможности пространственно обоснованного оказания финансовой помощи несколькими странами-донорами в пределах одной африканской страны-реципиента. Рассматриваются проекты в сфере водообеспечения и улучшения санитарных условий со сроком реализации с 2000 по 2023 гг., финансируемые государственным сектором Китая. Соответствующие статистические сведения представлены в базе данных AidData's Global Chinese Development Finance Dataset (vers. 3.0), из которой извлекалась и обобщалась информация об объеме финансирования каждого проекта и его пространственной локализации на уровне административно-территориальных единиц 1-го порядка стран Африки. На основе теории центральных мест установлена пространственная иерархия проектов и определен уровень сформированности их систем. Все страны Африки объединены в три группы (конкуренции, разделения сфер влияния, сотрудничества) по признаку возможности дополнения уже реализованных одной страной-донором проектов таковыми, инициированными другой страной-донором. Установлено, что группу сотрудничества составляют 12 стран Африки, в которых реализация Россией новых водных проектов, в дополнение к уже реализованным Китаем, будет территориально обоснована. Определены минимально необходимый объем финансирования каждого нового проекта со стороны России и его локализация в административно-территориальной единице каждой из 12 африканских стран этой группы. Учет дополнительных факторов приведет к увеличению установленной стоимости реализации проектов, однако скоординированные действия России и Китая могут выступить в качестве нового формата международной помощи в решении водной проблемы странами Африки.

Ключевые слова: международная помощь развитию, водная проблема, Африка, пространственное развитие, теория центральных мест, Китай, Россия

Благодарность: Статья подготовлена в рамках проекта «Проект “Чистая вода” как важнейшая составляющая сотрудничества РФ со странами Глобального Юга: социально-экономическое и технологическое измерения» по гранту Министерства науки и высшего образования РФ на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития (Соглашение № 075-15-2024-546).

Для цитирования: Дмитриев, Р. В., Горохов, С. А., Агафошин, М. М. (2025). Международная помощь странам Африки в решении водной проблемы: пространственные стратегии Китая, возможности для России. *Экономика региона*, 21(3), 875-885. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-3-21>

¹ © Дмитриев Р. В., Горохов С. А., Агафошин М. М. Текст. 2025.

RESEARCH ARTICLE

Ruslan V. Dmitriev ^{a)}, Stanislav A. Gorokhov ^{b)}, Maksim M. Agafoshin ^{c)}

^{a, b, c)} Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

International Aid for Water Supply and Sanitation in Africa: China's Spatial Strategies and Opportunities for Russia

Abstract. Access to clean water is a key priority in the African Union's Agenda 2063. Progress toward these goals relies on both domestic funding and international assistance. This study explores the spatial dynamics of financing water supply and sanitation projects funded by China's public sector across Africa from 2000 to 2023. Using data from AidData's Global Chinese Development Finance Dataset (version 3.0), the research analyses project funding volumes and their spatial distribution at the first-order administrative level. Applying central place theory, the study maps the spatial hierarchy and development of the project network. African countries are categorized into three groups—competition, division of spheres of influence, and cooperation—based on the potential for complementary project financing by multiple donors within the same country. The cooperation group, consisting of 12 countries, represents promising opportunities for Russia to initiate new water projects alongside current Chinese investments. The study also estimates the minimum funding required for each new project and its optimal administrative location. While additional factors may raise implementation costs, coordinated efforts between Russia and China could establish a novel model of international aid to address Africa's water challenges.

Keywords: international development aid, water supply, Africa, spatial development, central place theory, China, Russia

Acknowledgments: The article was prepared within the project "The «Clean Water» project as the most important component of cooperation between the Russian Federation and the countries of the Global South: socio-economic and technological dimensions" supported by the grant from Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation program for research projects in priority areas of scientific and technological development (Agreement № 075-15-2024-546).

For citation: Dmitriev, R.V., Gorokhov, S.A., & Agafoshin, M. M. (2025). International Aid for Water Supply and Sanitation in Africa: China's Spatial Strategies and Opportunities for Russia. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 21(3), 875-885. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2025-3-21>

Введение

Повестка дня в области устойчивого развития ставит одной из своих целей обеспечение к 2030 г. всеобщего и равноправного доступа к безопасной и недорогой питьевой воде, а также к надлежащим санитарно-гигиеническим средствам для жителей всех стран мира¹. Водная безопасность также рассматривается в качестве приоритетной сферы развития Африканского союза до 2063 г. (Nyika & Dinka, 2023).

Базовый показатель по доле населения, имеющего в Африке доступ к чистой воде, составлял 55 % в 2013 г.; к 2021 г. планировалось увеличить это значение до 97 %, однако был достигнут лишь уровень в 64 %². Страны континента существенно различаются по уровню обеспеченности чистой водой: это приводит не только к усилению миграции населения, обусловленной повторяющимися засухами и снижением урожайности сельскохозяй-

ственных культур (Захаров, 2024), но и к международным конфликтам за водные ресурсы (Фитуни, 2021).

Для снижения напряженности в отношении доступа к чистой воде и достижения целевых показателей в Африке предполагается ежегодное привлечение финансирования на сумму не менее \$30 млрд, примерно 14 % которого — из-за пределов континента³. Около 1/7 международной помощи странам Африки в решении водной проблемы поступает от государственного сектора Китая (Слука, 2018). Участие Китая проявляется на всех уровнях — от строительства систем водоснабжения в городах и бурения скважин для забора воды в сельской местности (Godfrey & Ross, 2016) до строительства гидроэлектростанций (Tukic & Burgess, 2016). «Китайская водная машина» (Han & Webber, 2020) распределяет средства по странам Африки неравномерно, однако весьма сомнительно, что эта неравномерность — лишь следствие движения «вслепую»: наверняка в действиях

¹ Колосов, В. А., Заяц, Д. В. (ред.). (2021). Новая географическая картина мира. Москва: Просвещение.

² Second continental progress report on the implementation of Agenda 2063. https://au.int/sites/default/files/documents/41480-doc-2nd_Continental_Progress_Report_on_Agenda_2063_English.pdf (дата обращения: 18.01.2025).

³ International high level panel on water investments for Africa: Africa's rising investment tide. <https://aipwater.org/wp-content/uploads/2024/03/Africas-Rising-Investment-Tide-2024.pdf> (дата обращения: 19.01.2025).

Китай присутствует определенная логика, которую мы далее и попытаемся установить.

В качестве исследовательской гипотезы выступает предположение о том, что финансирование Поднебесной водных проектов в Африке пространственно обосновано; там, где указанные проекты в настоящее время не образуют системы, последняя может быть сформирована за счет дополнения китайских программ российскими — т. е. именно в рамках двустороннего сотрудничества по формированию системы проектов. Потенциальная возможность последнего вряд ли может быть подвергнута сомнению, поскольку у организаций России и Китая уже имеется значительный опыт совместной научной деятельности и внедрения в производство коллективных разработок (Лаврикова и др., 2018).

Разумеется, африканская сторона будет являться в рамках указанного взаимодействия не пассивным наблюдателем, а активным участником. Важную роль в этой связи играет абсолютно новая и перспективная российская технология соноплазменной очистки воды, развитие и продвижение которой в странах Африки поддержано грантом Министерства науки и высшего образования РФ (Kamler et al., 2024). Таким образом, ряд направлений развития партнерства России со странами Африки, предложенных Е. Л. Андреевой и соавт. (2024), может быть дополнен сотрудничеством в области водообеспечения и улучшения санитарных условий (Абрамова, 2021).

Основная цель нашего исследования — определение стран Африки, где может быть реализовано указанное сотрудничество в рамках именно совместного участия России и Китая. Предполагается определить минимально необходимый объем финансирования каждого нового проекта со стороны России и его локализацию в административно-территориальных единицах 1-го порядка каждой страны.

Данные и методы

В основу исследования положена база данных AidData's Global Chinese Development Finance Dataset. Vers. 3.0 (Dreher et al., 2022), содержащая информацию о 20985 проектах со сроком реализации с 2000 по 2023 гг., финансировавшихся предприятиями и ведомствами государственного сектора Китая в период 2000–2021 гг. В территориальном отношении указанная база охватывает все обитаемые части света; в отраслевом — 24 направления в соответствии с классификацией ОЭСР (преимущественно в рамках первичного сектора экономики).

Извлечение информации из базы проводилось нами посредством следующих последовательных шагов в виде выделения проектов:

1) реализованных/планировавшихся к реализации в Африке — 9327 ед.;

2) соответствующих направлению «водообеспечение и улучшение санитарных условий» (“water supply and sanitation”) — 236 ед.;

3) имеющих указание на объем финансирования в долларах США (в постоянных ценах 2021 г. для сравнения показателей за разные годы) — 150 ед.¹;

4) территориально локализованных (для номеров которых в соответствующей части базы указаны координаты центроида) — 82 ед. (табл. 1). Объединялись проекты, имеющие одинаковые координаты центроида или локализованные в одних и тех же административно-территориальных единицах (АТЕ) 1-го порядка в своей стране (для Кабо-Верде и Маврикия — на одном и том же острове). Во втором случае нами рассчитывался центроид 2-го порядка как центр тяжести равных масс.

Сущность определения авторами базы данных координат центроида состоит в следующем. Каждый реализуемый проект имеет множественную пространственную локализацию в виде, например, комплекса новых колодцев, устанавливаемой системы очистки воды на уже существующих, реконструкции единой сети водоснабжения нескольких населенных пунктов и пр. В этой связи идея вычисления некоторого центра «масс» каждого проекта позволяет авторам базы пространственно «идентифицировать» выделенное Китаем финансирование на региональном уровне, а авторам настоящей статьи — рассматривать соответствующие центры как своего рода очаги водообеспечения себя и окружающей их территории, выраженного в денежном отношении.

Указанные центры АТЕ могут формировать пространственную систему, образующими факторами которой выступают функциональная общность самих центров и финансирование со стороны Китая: выявление иерархической структуры — инвариантного (Овчинников, 2019) аспекта такой системы — правомерно с опорой на теорию центральных мест (ТЦМ). В том случае, если такая структура будет установлена, мы имеем право утверждать, что политика Китая по финансированию водных проектов в той или иной африканской стране про-

¹ Оценить степень влияния проектов, сведения по которым отсутствуют, на результаты нашего исследования не представляется возможным.

Таблица 1

Проекты в сфере водообеспечения и улучшения санитарных условий в странах Африки, финансировавшиеся Китаем, 2000–2023 гг.

Table 1

Chinese funding for water supply and sanitation projects in Africa, 2000–2023

Страна	Количество проектов, локализованных в разных АТЕ страны	Объем финансирования (в постоянных ценах 2021 г.), \$ млн
Судан	10	1 722
Ангола	9	1 246
Камерун	4	1 242
Замбия		886
Кения	3	802
Эфиопия		550
Республика Конго		429
Джибути		425
Танзания		360
Марокко		100
Зимбабве	2	1 241
Гана		804
Кот-д'Ивуар		544
Нигерия		448
Бенин		106
Сенегал		101
Нигер		81
Руанда		48
Чад		10
Того		6
Экваториальная Гвинея	1	1 383
Маврикий		263
Буркина-Фасо		238
Египет		54
Мавритания		53
Габон		40
Сейшельские Острова		17
Демократическая Республика Конго		11
Кабо-Верде		11
Тунис		8
Мозамбик		7
Либерия		5
Мадагаскар		5
Коморские Острова		4
Намибия		0,05
Малави		0,01
Лесото		0,003

Примечание: Судан указан в современных границах.

Источник: составлено авторами.

странственно обоснована (Фитуни, 2022). Если же наличие такой структуры (а следовательно, и системы) центров установить не удастся, справедлив вывод о том, что указанная политика финансирования на данном этапе ее развития пространственно не обусловлена.

В. Кристаллер рассматривал центральность в качестве релятивистского конструкта, опи-

сывающего рассредоточенные в пределах того или иного региона поселения. И хотя термин «место» традиционно соотносится с последними в классическом варианте ТЦМ, в действительности, по словам создателя этой теории (Christaller, 1966), он подразумевает больше, чем просто поселения, политические сообщества или экономические единицы. В этой связи

упоминаемые выше центры «масс» мы рассматриваем в качестве ЦМ, вернее, учитывая множественную территориальную локализацию, — размытых ЦМ (Эм, 2013). Единственно возможный вариант их пространственной иерархии определяется нами на основе двух характеристик — степени центральности и локализации, выражаемых соответственно через объем финансирования со стороны Китая и географические координаты. Эти характеристики определяют количество как уровней иерархии, так и ЦМ (одно или несколько), располагающихся на каждом из них.

При этом уровни ЦМ рассматриваются в качестве вложенных «матрешек»: предполагается, что локализация и объем финансирования Китаем каждого планируемого проекта зависит в том числе от этих же параметров уже реализуемых проектов. ЦМ распределяются по уровням иерархии в соответствии с выведенным на основе постулатов ТЦМ в (Дмитриев, 2021) уравнением:

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

где φ_i — накопленная доля финансирования, выделенного на $i > 1$ первых проектов (ранжированных по убыванию этого показателя) в разных АТЕ 1-го порядка, в общем объеме финансирования всех проектов в той или иной стране Африки; k — доля ЦМ в финансировании обслуживаемой им зоны (включая ЦМ ниже лежащих уровней), постоянная для всех уровней иерархии, кроме последнего; K^p — коэффициент, эквивалентный максимально возможному объему финансирования в рамках выполнения одним ЦМ уровня иерархии n функций по водообеспечению собственного населения и населения всех «принадлежащих» ему ЦМ ниже лежащих уровней¹; n — число уровней иерархии в системе, включая первый (представлен одним ЦМ).

В рамках опорных таблиц (табл. 2–3 ниже) для реальных систем проекты распределяются по уровням иерархии в соответствии с (1), при этом значения φ и k определяются эмпирически, а K^p — рассчитываются с учетом области допустимых значений для каждого из n выделя-

емых уровней иерархии². На основе полученных данных определяется пространственная структура идеальной решетки ЦМ, соответствующая таковой для реальной системы проектов.

На любом этапе эволюции система ЦМ стремится к достижению аттрактора — того состояния ее иерархической и пространственной структуры, которое позволяет сохранять устойчивость (равновесие) всей системы в целом (Важенин, 2020). Абсолютная устойчивость при этом трактуется как уравнивание гравитационных эффектов, связанных с отличием в финансировании и расстояниях между ЦМ в реальной системе и в соответствующей идеальной кристаллеровской гексагональной решетке. Устойчивость системы ЦМ количественно оценивается с помощью показателя изостатического равновесия, предложенного в (Shuper, 1989): $\sum_{i=2}^n (R_i^t / R_i^e)$ — интегральной харак-

теристики, отражающей суммарное отклонение в финансировании (теоретический радиус R_i^e) и в расстоянии между ЦМ уровней иерархии (эмпирический радиус R_i^t) в реальной и модельной (идеальной) изолированной системе. Методика вычисления расстояний между ЦМ в идеальной кристаллеровской решетке подробно описана в (Шупер, 1995). Реальные расстояния между ЦМ находились нами с помощью сервиса Daft Logic³.

Чем ближе расчетное значение показателя изостатического равновесия к значению $(n - 1)$, тем в большей степени структура реальной системы соответствует таковой для модельного варианта, и в конечном счете — тем более структура пространственно устойчива. Оптимальное значение показателя изостатического равновесия позволяет решить и обратную задачу — найти значения объемов финансирования гипотетически возможных в будущем проектов и идентифицировать их пространственную локализацию. При этом возможен по крайней мере один альтернативный складывающейся системе ЦМ вариант: происходит формирование не кристаллеровской иерархии, а распределения по Зипфу (Ципфу) (Растворцева, Манаяева, 2020). В каждом случае, когда в стране реализуются три и более проектов, нами вычислялась степень отклонения (А) двух идеальных распределений, кристаллеровского и зипфовского, от реального:

¹ В релятивистском варианте ТЦМ множество значений $K^p \in (1; 7]$; в классическом варианте K^p переходит в K^k — число ЦМ следующего, более низкого уровня иерархии, обслуживаемых одним ЦМ более высокого уровня (уровни нумеруются сверху), плюс единица — и принимает три возможных значения: 3; 4 или 7.

² Ранее указанная методика применялась в (Дмитриев, Шупер, 2022) при распределении по уровням иерархии поселений Дальнего Востока России на основе их плотности.

³ Daft Logic. Distance Calculator. <https://www.daftlogic.com/projects-google-maps-distance-calculator.htm> (дата обращения: 12.12.2024).

Таблица 2

Опорная таблица для системы центральных мест (по провинциям) Судана

Table 2

Reference table of the central place system by province in Sudan

Общий объем финансирования проектов (\$ млн), включая:	1 722	Накопленный объем финансирования проектов (\$ млн)	φ	k	K_1^p	K_2^p	K_3^p
Красное Море	1 074						
Гедареф	146	1 220	0,708	0,624	1,212	—	—
Южный Дарфур	114	1 334	0,774	0,624	1,676	—	—
Северная провинция	83	1 417	0,823	0,624	3,108	—	—
Северный Дарфур	71	1 488	0,864	0,624	—	1,222	—
Нил	70	1 558	0,904	0,624	—	2,049	—
Эль-Гезира	69	1 627	0,944	0,624	—	—	1,758

Источник: рассчитано и составлено авторами.

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

где n — число взятых для рассмотрения проектов; $p_i^{\text{реал.}}$ — реальное финансирование проекта i -го ранга в ряду проектов, составленном по убыванию этого показателя; $p_i^{\text{идеал.}}$ — соответствующее идеальное финансирование в рамках кристаллеровского и зипфовского распределений.

При этом расчет идеального финансирования по Кристаллеру производится с помощью уравнения, выведенного в (Beckmann, 1958) и усовершенствованного в (Parr, 1969):

$$\frac{p_i}{p_{i+1}} = \frac{K^p - k}{1 - k};$$

по Зипфу — с помощью уравнения (Zipf, 1935)¹:

$$\frac{p_1}{p_i} = i.$$

В том случае, если значение A по Зипфу больше такового по Кристаллеру, система имеет тенденцию к формированию кристаллеровского распределения; если наоборот — зипфовского.

Результаты исследования

В период 2000–2023 гг. Китай участвовал в реализации проектов в сфере водообеспечения и улучшения санитарных условий в двух из каждой трех стран Африки на региональном уровне. При этом 20–25 % суммарного объема финансирования такого рода проектов приходилось на Судан и Анголу. Лишь в этих странах водные

проекты Поднебесной охватывают как минимум половину всех АТЕ первого уровня.

Помимо указанных в таблице 2, водные проекты меньшей стоимости реализовывались Китаем также в провинциях Судана Белый Нил, Центральный Дарфур и Северный Кордофан. Последние, однако, не входят в единую систему ЦМ с четырьмя уровнями иерархии. Значение

$\sum_{i=2}^n (R_i^t / R_i^e)$ составляет 2,615, что свидетельствует

о его достаточно высокой степени пространственной устойчивости системы ЦМ страны (центральность определяется авторами через объем финансирования проектов со стороны Китая). Приближение значения к оптимуму, равному 3,000, возможно за счет увеличения финансирования проекта 4-го уровня в Эль-Гезире.

Совокупность проектов в Судане отвечает распределению по Кристаллеру ($A_{\text{Крист.}}$) примерно в восемь раз лучше, чем распределению по Зипфу ($A_{\text{Зипф}}$). При этом отсутствует корреляция (по Пирсону) между объемом финансирования проекта и людностью той АТЕ первого порядка, в границах которой он реализуется. Подобная закономерность есть результат претворения в жизнь Китаем проектов в более засушливых и, как следствие, менее заселенных провинциях страны.

Из девяти провинций Анголы, в которых Китаем финансировались водные проекты (табл. 3), построениям ТЦМ не удовлетворяют три: Северная Лунда, Маланже и Бенго. В том случае, если бы финансирование 7-го по значению этого показателя проекта в провинции Северная Лунда было несколько меньше, система ЦМ могла иметь не шесть (как в настоящее время), а семь уровней иерархии, однако даже в этом случае каждый уровень был бы пред-

¹ Данная зависимость между величиной города и его рангом (порядковым номером) в системе расселения была впервые установлена Ф. Ауэрбахом в начале XX в. (Auerbach, 1913); Дж. Зипф — ее «переоткрыватель».

Таблица 3

Опорная таблица для системы центральных мест (по провинциям) Анголы

Table 3

Reference table of the central place system by province in Angola

Общий объем финансирования проектов (\$ млн), включая:	1 246	Накопленный объем финансирования проектов (\$ млн)	φ	k	K_1^p	K_2^p	K_3^p	K_4^p	K_5^p
Луанда	564								
Южная Кванза	189	753	0,604	0,452	1,862	—	—	—	—
Кабинда	175	928	0,744	0,452	—	2,988	—	—	—
Уамбо	109	1 037	0,832	0,452	—	—	2,719	—	—
Бие	66	1 103	0,885	0,452	—	—	—	2,285	—
Уиже	51	1 154	0,926	0,452	—	—	—	—	3,018

Источник: рассчитано и составлено авторами.

ставлен единственным ЦМ. Этот факт может свидетельствовать по крайней мере о двух вариантах развития системы водных проектов страны. Первый — она еще слишком молода, поэтому распределение по Кристаллеру не успело сформироваться окончательно; второй — система лучше удовлетворяет распределению Ципфа с самого начала своего существования. Действительно, значение $\sum_{i=2}^n (R_i^t / R_i^e)$ составляет всего 1,344 (оптимум — 5,000). При этом гипотеза о значительном влиянии на значение показателя изостатического равновесия для страны в целом эксклавного положения провинции Кабинда не нашла своего подтверждения — без ее учета значение $\sum_{i=2}^n (R_i^t / R_i^e)$ возрастает лишь до 1,389. Таким образом, система ЦМ Анголы весьма далека от состояния пространственного равновесия. В то же время, даже имея такую структуру, она уже сейчас в 1,5 раза лучше соответствует распределению по Кристаллеру, чем по Зипфу — и показатель $A_{\text{Зипф}} / A_{\text{Крист.}}$, вероятно, в будущем будет только расти. В отличие от Судана, в Анголе имеет место весьма высокая положительная корреляция между объемом финансирования того или иного водного проекта и людностью провинции, в которой он локализован: наиболее густо заселены именно прибрежные районы страны — несмотря на довольно засушливый климат и нехватку здесь чистой воды.

Несмотря на то, что объем финансирования водных проектов в Камеруне почти соответствует таковому в Анголе, здесь они локализованы лишь в четырех регионах из десяти. Значение K_1^p (9,474) лежит вне допустимого диапазона, иными словами, кристаллеровская иерархия еще не сформирована. Для начала ее построения необходимо увеличение общего финансирования всех реализуемых проектов на \$15

млн — такой проект будет четвертым по объему в списке.

В Замбии была профинансирована реализация также четырех проектов. Значение K_1^p (–0,459) так же, как и в случае Камеруна, лежит вне допустимого диапазона. Однако принципиальная разница между двумя странами состоит в том, что на два крупнейших проекта в Замбии приходится 95,2 % общего финансирования, в Камеруне же — лишь 84,2 %. В этой связи к сколь-либо серьезному приближению структуры ЦМ к кристаллеровской в Замбии может привести лишь реализация новых проектов на сумму не менее \$243 млн.

Среди группы стран, в границах которых были реализованы по три проекта, аналогичная Замбии ситуация имеет место в Кении (необходимо увеличение финансирования первого проекта на \$100 млрд, что невозможно, учитывая общую цифру по Африке в целом); Эфиопии (увеличение финансирования первого проекта на \$188 млн) и Марокко (общее финансирование всех проектов должно быть увеличено со \$100 млн до \$280 млн). В Танзании, Республике Конго и Джибути, где также были реализованы по три проекта, кристаллеровская иерархия уже начала формироваться. Усиление этого процесса возможно при начале реализации четвертого проекта.

В общем случае чем более сформирована система ЦМ, тем более масштабными должны быть ее изменения с целью приведения в соответствие с теоретическими построениями. Так, из десяти стран Африки, в которых были реализованы по два водных проекта в каждой, построение кристаллеровской иерархии невозможно (или финансово неоправданно) только в двух — Кот-д'Ивуаре и Того. В остальных восьми странах реализация относительно невысокого по стоимости третьего проекта вер-

нет нынешнюю структуру на кристаллеровский путь развития.

Выводы

Несмотря на большое количество профинансированных государственным сектором Китая проектов в сфере водообеспечения и улучшения санитарных условий в странах Африки, пространственная структура системы проектов лишь в двух из них к настоящему моменту соответствует (в разной степени) построениям ТЦМ с тремя и более уровнями иерархии. Реализация каждого водного проекта в Судане была инициирована в среднем на четыре года раньше соответствующего проекта в Анголе: политика Китая по пространственной организации финансирования может либо сохранять свою преемственность от страны к стране, либо претерпевает существенные изменения. В первом случае система ЦМ, которая начала формироваться позже (ангольская), хуже соответствует теоретическому оптимуму по Кристаллеру по причине того, что она не достигла той стадии развития, на которой находится более ранняя по времени возникновения система (суданская). Во втором — при исключении возможности «случайного» финансирования — система должна удовлетворять иным распределениям. Исследование показало, что, по крайней мере, зипфовскому распределению система и Судана, и Анголы удовлетворяет хуже, чем кристаллеровскому: в этой связи вывод о наличии целеполагания в про-

странственной организации финансирования проектов со стороны Китая в Африке представляется нам оправданным.

В контексте направлений реализации соответствующей политики России страны континента образуют три группы. В первую (группа конкуренции) входят Судан и Ангола: количество китайских проектов здесь велико, степень их пространственной организации достаточно высока — все это свидетельствует о том, что вхождение российских технологий по обеспечению населения и хозяйства чистой водой на рынок этих стран будет достаточно затруднительным.

Вторую группу образуют страны двух подгрупп. Во-первых, это Замбия, Кения, Эфиопия, Марокко, Кот-д'Ивуар и Того — проекты в этих странах не образуют кристаллеровской структуры (по всей вероятности, их финансирование Китаем было своего рода пробным шагом), а стоимость реализации новых слишком высока для ее построения. Во-вторых, это страны, не перечисленные в таблице 1: Китай не выделял средств (или выделял минимальные) на финансирование здесь водных проектов. Таким образом, реализация российских проектов в странах этой группы (группа разделения сфер влияния) будет осуществляться фактически с нуля.

Третья группа включает страны, приведенные в таблице 4: в каждой из них Китаем уже были реализованы от двух до четырех водных проектов.

Таблица 4

Минимально необходимый объем финансирования нового проекта в сфере водообеспечения и улучшения санитарных условий и его территориальная локализация в странах Африки

Table 4

Minimum funding required for new water supply and sanitation projects by location in African countries

Страна	Минимально необходимый объем, тыс. \$ (в постоянных ценах 2021 г.)	Оптимальная территориальная локализация проекта (АТЕ 1-го порядка)
Чад	0,9	Шари-Багирми
Джибути	4,4	Али-Сабих
Руанда	21,4	Восточная
Сенегал	54,1	Тиес
Бенин	61,4	Зу
Нигер	110,7	Агадес
Республика Конго	737,0	Буэнза
Гана	778,5	Восточная
Нигерия	1473,6	Когги
Танзания	4913,7	Танга
Зимбабве	9669,2	Восточный Машоналенд
Камерун	14944,7	Адамава

Примечание: указаны проекты объемом финансирования менее \$100 млн для стран, где Китаем уже реализуются 2 и более аналогичных проекта.

Источник: составлено авторами.

Кристаллеровская иерархия проектов здесь либо не сформировалась, либо же образован только 2-й уровень иерархии, однако для продолжения ее формирования необходимы существенно меньшие финансовые затраты, чем для стран предыдущей группы. Данная группа (группа сотрудничества) объединяет страны, в которых будет проявляться синергетический эффект от совместного финансирования: уже реализованные Китаем в одних АТЕ 1-го порядка проекты вместе с возможными (табл. 4), в соответствии с ТЦМ, российскими проектами будут формировать новые уровни в структуре системы. В большинстве случаев расчет реальных расстояний между ЦМ уровня иерархии (как составляющей эмпирического радиуса R^*) дает несколько вариантов АТЕ 1-го порядка, в которых водные проекты еще не были реализованы: в таблице 4 указаны именно те АТЕ из их возможной совокупности, которые располагаются в районах с наименьшим количеством выпадающих в течение года осадков.

Разумеется, указанный объем финансирования со стороны России новых водных проектов является минимально необходи-

мым и учитывает исключительно возможность оптимизации совместных с Китаем действий. Именно при таком объеме проекты образуют иерархию, то есть финансирование становится пространственно обоснованным. Учет дополнительных факторов: гидрогеологических особенностей выбранных для реализации проектов территорий, текущей внутриполитической обстановки в странах этой группы, уровня готовности к сотрудничеству с Россией — вероятно, приведет к увеличению стоимости их реализации. Как представляется, именно совместные скоординированные действия двух стран могут выступить в качестве нового формата международной помощи в решении водной проблемы странами Африки. Реализация аналогичных проектов в пределах указанных АТЕ 1-го порядка другими акторами (ЕС, США, Африканский союз и пр.) с большой долей вероятности приведет лишь к ускорению формирования иерархической системы и, следовательно, к снижению минимально необходимой стоимости реализации каждого нового (табл. 4) российского проекта.

Список источников

- Абрамова, И. О. (2021). Бизнес-диалог Россия-Африка на ПМЭФ 2021: тенденции, проблемы и перспективы российско-африканского сотрудничества. *Азия и Африка сегодня*, (8), 5–15. <http://doi.org/10.31857/S032150750015932-7>
- Андреева, Е. Л., Карх, Д. А., Ратнер, А. В., Тарасов, А. Г. (2024). Направления развития торгово-экономического партнерства с Африкой в условиях трансформации внешнеэкономических связей России. *Российский внешнеэкономический вестник*, (5), 70–85. <http://doi.org/10.24412/2072-8042-2024-5-70-85>
- Важенин, А. А. (2020). Влияние урбанизации на систему расселения Германии в XIX–XX веках. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 84(5), 674–693. <https://doi.org/10.31857/S2587556620050179>
- Дмитриев, Р. В. (2021). Эволюция систем расселения в аспекте классической теории центральных мест. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 85(2), 165–175. <http://doi.org/10.31857/S2587556621020047>
- Дмитриев, Р. В., Шупер, В. А. (2022). Система расселения Азиатской России: единство в многообразии. *Тихоокеанская география*, (4), 38–48. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_4
- Захаров, И. А. (2024). Дефицит водных ресурсов как фактор возникновения конфликтов в Эфиопии: национальный, региональный и локальный уровни. *Восток. Афро-азиатские общества: история и современность*, (5), 132–144. <http://doi.org/10.31696/S086919080031979-3>
- Лаврикова, Ю. Г., Андреева, Е. Л., Ратнер, А. В. (2018). Научно-технологическое развитие России и Китая: компаративный анализ и перспективы сотрудничества. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 11(4), 48–62. <http://doi.org/10.15838/esc.2018.4.58.3>
- Овчинников, Н. Ф. (2019). *Принципы сохранения: законы сохранения, симметрия, структура*. Москва: Либроком, 334.
- Растворцева, С. Н., Манаева, И. В. (2020). Закон Ципфа в городах России. Анализ новых показателей. *Экономика региона*, 16(3), 935–947. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-20>
- Слука, Н. А. (ред.). (2018). *На пути к Китайскому миру*. Москва: Издательство Московского университета, 356.
- Фитуни, Л. Л. (2022). Переустройство миропорядка: БРИКС и Африка в эпоху перемен, или «многоядерность» против «полицентричности». *Ученые записки Института Африки РАН*, (4(61)), 17–27. <http://doi.org/10.31132/2412-5717-2022-61-4-17-27>
- Фитуни, Л. Л. (ред.). (2021). *Африка: санкции, элиты и суверенное развитие*. Москва: Институт Африки РАН, 368.
- Шупер, В. А. (1995). *Самоорганизация городского расселения*. Москва: Российский открытый университет, 166.
- Эм, П. П. (2013). Методы изучения систем размытых центральных мест (на примере Республики Корея в начале XXI в.). *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, (1), 22–30.
- Auerbach, F. (1913). Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 59, 74–76.

- Beckmann, M. J. (1958). City hierarchies and the distribution of city size. *Economic development and cultural change*, 6(3), 243–248. <https://doi.org/10.1086/449769>
- Christaller, W. (1966). *Central places in Southern Germany*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 230.
- Dreher, A., Fuchs, A., Parks, B. C., Strange, A., & Tierney, M. J. (2022). *Banking on Beijing: The Aims and Impacts of China's Overseas Development Program*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://www.aiddata.org/data/aiddatas-global-chinese-development-finance-dataset-version-3-0> (дата обращения: 12.12.2024).
- Godfrey, S., & Ross, A. (2016). China and Africa: the new water world. *Waterlines*, 35(1), 12–17. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.2016.003>
- Han, X., & Webber, M. (2020). From Chinese dam building in Africa to the Belt and Road Initiative: Assembling infrastructure projects and their linkages. *Political Geography*, 77, 102102. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2019.102102>
- Kamler, A., Bayazitov, V., Sozarukova, M., Nikonov, R., Fedulov, I., Cravotto, G., & Abramova, I. (2024). Mechanisms of water pollutant degradation under electric discharge generated in a cavitating flow. *Clean Technologies*, 6(4), 1340–1356. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol6040064>
- Nyika, J., & Dinka, M. O. (2023). *Water challenges in rural and urban Sub-Saharan Africa and their management*. Cham: Springer, 112. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26271-5>
- Parr, J. B. (1969). City hierarchies and the distribution of city size: A reconsideration of Beckmann's contribution. *Journal of Regional Science*, 9(2), 239–253. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1969.tb01337.x>
- Shuper, V. A. (1989). Deformation of central place systems in the formation of large urban agglomerations. *Soviet Geography*, 30(1), 24–32. <https://doi.org/10.1080/00385417.1989.10640759>
- Tukic, N., & Burgess, M. (2016). China's role in Africa's water sector: Mapping the terrain. *Waterlines*, 35(1), 18–36. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.2016.004>
- Zipf, G. K. (1935). *The psychobiology of language: An introduction to dynamic philology*. Boston: Houghton-Mifflin, 336.

References

- Abramova, I. O. (2021). Russia-Africa business dialogue at SPIEF 2021: trends, problems and prospects for Russian-African cooperation. *Aziya i Afrika segodnya [Asia and Africa Today]*, (8), 5–15. <http://doi.org/10.31857/S032150750015932-7> (In Russ.)
- Andreeva, E. L., Karkh, D. A., Ratner, A. V., & Tarasov, A. G. (2024). Areas for developing trade and economic cooperation with African States amid transformation of Russia's foreign policy. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik [Russian Foreign Economic Journal]*, (5), 70–85. <http://doi.org/10.24412/2072-8042-2024-5-70-85> (In Russ.)
- Auerbach, F. (1913). Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 59, 74–76.
- Beckmann, M. J. (1958). City hierarchies and the distribution of city size. *Economic development and cultural change*, 6(3), 243–248. <https://doi.org/10.1086/449769>
- Christaller, W. (1966). *Central places in Southern Germany*. Prentice-Hall.
- Dmitriev, R. V. (2021). The evolution of settlement systems in classic central place theory. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*, 85(2), 165–175. <http://doi.org/10.31857/S2587556621020047> (In Russ.)
- Dmitriev, R. V., & Shuper, V. A. (2022). The settlement system of Asiatic Russia: Unity in diversity. *Tikhookeanskaya geografiya [Pacific Geography]*, (4), 38–48. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_12_4 (In Russ.)
- Dreher, A., Fuchs, A., Parks, B. C., Strange, A., & Tierney, M. J. (2022). *Banking on Beijing: The Aims and Impacts of China's Overseas Development Program*. Cambridge University Press. <https://www.aiddata.org/data/aiddatas-global-chinese-development-finance-dataset-version-3-0> (Date of access: 12.12.2024).
- Em, P. P. (2013). Methods for studying systems of fuzzy central places (the case of the Republic of Korea in the early 21st century). *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*, (1), 22–30. (In Russ.)
- Fituni, L. L. (2022). Restructuring the World order: BRICS and Africa at the time of change, or “multicore” against “polycentric”. *Uchenye zapiski Instituta Afriki RAN [Journal of the Institute for African Studies]*, (4(61)), 17–27. <http://doi.org/10.31132/2412-5717-2022-61-4-17-27> (In Russ.)
- Fituni, L. L. (Ed.). (2021). *Afrika: sanktsii, elity i suverennoe razvitie [Africa: Sanctions, elites and sovereign development]*. Moscow: Institute for African Studies, RAS Publ., 368. (In Russ.)
- Godfrey, S., & Ross, A. (2016). China and Africa: the new water world. *Waterlines*, 35(1), 12–17. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.2016.003>
- Han, X., & Webber, M. (2020). From Chinese dam building in Africa to the Belt and Road Initiative: Assembling infrastructure projects and their linkages. *Political Geography*, 77, 102102. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2019.102102>
- Kamler, A., Bayazitov, V., Sozarukova, M., Nikonov, R., Fedulov, I., Cravotto, G., & Abramova, I. (2024). Mechanisms of water pollutant degradation under electric discharge generated in a cavitating flow. *Clean Technologies*, 6(4), 1340–1356. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol6040064>
- Lavrikova, Yu. G., Andreeva, E. L., & Ratner, A. V. (2018). Science and technology development in Russia and China: comparative analysis and the prospects of cooperation. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, 11(4), 48–62. <http://doi.org/10.15838/esc.2018.4.58.3> (In Russ.)
- Nyika, J., & Dinka, M. O. (2023). *Water challenges in rural and urban Sub-Saharan Africa and their management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26271-5>

- Ovchinnikov, N. F. (2019). *Printsiipy sokhraneniya: zakony sokhraneniya, simmetriya, struktura* [Principles of conservation: conservation laws, symmetry, structure]. Moscow: Librokom Publ., 334. (In Russ.)
- Parr, J. B. (1969). City hierarchies and the distribution of city size: A reconsideration of Beckmann's contribution. *Journal of Regional Science*, 9(2), 239–253. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1969.tb01337.x>
- Rastvortseva, S. N., & Manaeva, I. V. (2020). Zipf's Law in Russian Cities: Analysis of New Indicators. *Ekonomika regiona* [Economy of region], 16(3), 935–947. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-20> (In Russ.)
- Shuper, V. A. (1989). Deformation of central place systems in the formation of large urban agglomerations. *Soviet Geography*, 30(1), 24–32. <https://doi.org/10.1080/00385417.1989.10640759>
- Shuper, V. A. (1995). *Samoorganizatsiya gorodskogo rasseleniya* [Selforganization of urban settlement pattern]. Moscow: Russian Open University Publ., 166. (In Russ.)
- Sluka, N. A. (Ed.). (2018). *Na puti k Kitajskomu miru* [On the way to Pax Cinica]. Moscow: Moscow University Press, 356. (In Russ.)
- Tukic, N., & Burgess, M. (2016). China's role in Africa's water sector: Mapping the terrain. *Waterlines*, 35(1), 18–36. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.2016.004>
- Vazhenin, A. A. (2020). The influence of urbanization on the German settlement pattern in the 19th and 20th century. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*, 84(5), 674–693. <https://doi.org/10.31857/S2587556620050179> (In Russ.)
- Zakharov, I. A. (2024). Water scarcity as a factor in conflict in Ethiopia: national, regional, and local levels. *Vostok. Afroaziatskie obshchestva: istoriya i sovremennost'*, (5), 132–144. <http://doi.org/10.31696/S086919080031979-3> (In Russ.)
- Zipf, G. K. (1935). *The psychobiology of language: An introduction to dynamic philology*. Houghton-Mifflin.

Информация об авторах

Дмитриев Руслан Васильевич — доктор географических наук, заместитель директора по научной работе, Институт Африки РАН; Scopus Author ID: 57189906790; <https://orcid.org/0000-0003-4018-9832> (Российская Федерация, 123001, г. Москва, ул. Спиридоновка, 30/1; e-mail: dmitrievrv@yandex.ru).

Горохов Станислав Анатольевич — доктор географических наук, профессор, заведующий Центром глобальных и стратегических исследований, Институт Африки РАН; Scopus Author ID: 55905234500; <https://orcid.org/0000-0001-9984-6054> (Российская Федерация, 123001, г. Москва, ул. Спиридоновка, 30/1; e-mail: stgorohov@yandex.ru).

Агафшин Максим Михайлович — кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Институт Африки РАН; Scopus Author ID: 57218825453; <https://orcid.org/0000-0002-0245-0481> (Российская Федерация, 123001, г. Москва, ул. Спиридоновка, 30/1; e-mail: agafoshinmm@gmail.com).

About the authors

Ruslan V. Dmitriev — Dr. Sci. (Geogr.), Deputy Director, Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 57189906790; <https://orcid.org/0000-0003-4018-9832> (30/1, Spiridonovka St., Moscow, 123001, Russian Federation; e-mail: dmitrievrv@yandex.ru).

Stanislav A. Gorokhov — Dr. Sci. (Geogr.), Professor, Head of the Centre for Global and Strategic Studies, Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 55905234500; <https://orcid.org/0000-0001-9984-6054> (30/1, Spiridonovka St., Moscow, 123001, Russian Federation; e-mail: stgorohov@yandex.ru).

Maksim M. Agafoshin — Cand. Sci. (Geogr.), Senior Research Associate, Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author ID: 57218825453; <https://orcid.org/0000-0002-0245-0481> (30/1, Spiridonovka St., Moscow, 123001, Russian Federation; e-mail: agafoshinmm@gmail.com).

Использование средств ИИ

Авторы заявляют о том, что при написании этой статьи не применялись средства генеративного искусственного интеллекта.

Use of AI tools declaration

All authors declare that they have not used Artificial Intelligence (AI) tools for the creation of this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 30.01.2025.

Прошла рецензирование: 14.03.2025.

Принято решение о публикации: 27.06.2025.

Received: 30 Jan 2025.

Reviewed: 14 Mar 2025.

Accepted: 27 Jun 2025.