

ГЛОБАЛЬНЫЕ ГОРОДА: МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

И.А. Шмелева^{1*}, С.Э. Шмелев²

¹ Институт дизайна и урбанистики, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия;

² Environment Europe Ltd, Оксфорд, Великобритания

* Эл. почта: irina_shmeleva@hotmail.com

Статья поступила в редакцию 11.03.2019; принята к печати 09.04.2019

Многокритериальная оценка устойчивого (sustainable) и умного (smart) развития городов необходима для реализации нового стратегического направления трансформации городов с целью снижения их воздействия на окружающую среду, увеличения занятости, стимулирования экономического развития и улучшения качества жизни. Анализ показателей развития 143 городов мира, включая Лондон, Нью-Йорк, Гонконг, Сан-Франциско, Лос-Анджелес, Сан-Паулу, Рио-де-Жанейро, Буэнос-Айрес, Париж, Берлин, Стокгольм, Москву, Пекин, Сеул, Сингапур, Шанхай, Сидней и Токио, проведен методом многокритериального оценивания по 20 индикаторам. Были выявлены основные факторы, влияющие на выбросы CO₂ в городах, включая доли угля и возобновляемых источников в энергетике, уровень развития общественного транспорта, особенности велосипедного и пешеходного движения, степень переработки отходов, а также налог на выбросы углерода. Результаты показывают, что среди глобальных городов Сан-Франциско лидирует при выборе экономических и экологических факторов как приоритетных, Стокгольм – при выборе социальной направленности и разумности развития в качестве приоритетов. Сеул показывает очень хорошие показатели по всему спектру индикаторов. В статье обсуждаются стратегии, средства и показатели, которые позволяют городам лидировать в направлении устойчивого и умного развития. Такой подход может быть полезен для лиц, принимающих решения, а также для инвесторов и может помочь в идентификации связей между различными сторонами устойчивого и умного развития, а также выявлению потенциала устойчивого развития и инвестиционных возможностей в городах.

Ключевые слова: глобальные города, устойчивое развитие, многокритериальное оценивание, выбросы CO₂, наилучшие практики.

GLOBAL CITIES: MULTIPARAMETRIC EVALUATION OF THEIR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

I.A. Shmeleva^{1*}, S.E. Shmelev²

¹Institute of Design and Urban Studies, ITMO University, Saint Petersburg, Russia;

²Environment Europe Ltd, Oxford, United Kingdom

* Email: irina_shmeleva@hotmail.com

A new strategic direction for greening our cities and making them smart to reduce the environmental impact of their performance, increase employment and economic viability and to enhance the quality of life requires a thorough assessment of sustainability and smart urban performance. The research presented in this paper is based on data on 143 global cities including London, New York, Hong Kong, San Francisco, Los Angeles, Sao Paulo, Rio de Janeiro, Buenos Aires, Paris, Berlin, Stockholm, Moscow, Beijing, Seoul, Singapore, Shanghai, Sydney and Tokyo. Exploring linkages between different sustainability and smart city dimensions, this study applied a multi-criteria approach using a panel of 20 indicators to assess urban sustainability performance of global cities. The assessment focused on the drivers of CO₂ emissions in cities, including important aspects of energy transitions, the share of coal in the energy mix and renewable energy, public transport, cycling patterns and pedestrianisation, waste recycling as well as carbon tax. The results show that San Francisco leads in economic and environmental priorities, and Stockholm leads in social and smart city priorities. Seoul consistently performs very successfully across the whole spectrum of indicators. We devote considerable attention to the strategies, policies and performance of the leading cities, namely, San Francisco, Stockholm and Seoul. This assessment could be a valuable tool for policy makers and investors, and could help identify linkages between different sustainability dimensions, as well as sustainable development potential and investment opportunities in cities.

Keywords: global cities, sustainable development, multidimensional assessment, carbon emissions, best practices.

Введение

Как измерить устойчивое развитие¹ глобальных городов? Лучше ли они справляются с продвижением политики в области устойчивого развития и с практическими инновациями, чем другие города? В данной статье рассматриваются исследования по вопросу о применении индикаторов устойчивого развития городов и предлагается новый подход к их оценке. Результаты наших исследований говорят о том, что показатели устойчивого развития столичных городов незначительно отличаются от глобальных городов. В то же время в столицах стран Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) показатели в среднем лучше и выбросы CO₂ ниже, чем в прочих городах. В целом наши результаты показывают, что существует значительный потенциал по достижению городами целей устойчивого развития².

Проблемы устойчивого развития городов начали привлекать к себе большое внимание в Европе, США, в Китае и Латинской Америке после проведения Саммита по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., что было отмечено в нашей работе «Методологические проблемы междисциплинарного исследования устойчивого развития крупных городов», опубликованной в журнале Биосфера в 2010 г. [1]. Дальнейшее развитие тема получила в отчете по Зеленой экономике Программы окружающей среды ООН, где устойчивость городов стала одной из важных размерностей³, на Саммите «Рио + 20» в 2012 г.⁴, в особенности – в Программе ООН по населенным пунктам (UN-Habitat)⁵, на недавнем форуме Habitat III, прошедшем в Кито (Эквадор) в 2016 г.⁶, и на Всемирном урбанистическом форуме в Куала-Лумпуре, Малайзия, в 2018 г.

¹ Устойчивое развитие (Sustainable Development) – согласно определению комиссии Г.Х. Брундтланд – это «развитие, которое обеспечивает удовлетворение потребностей ныне живущих поколений без ущерба для возможностей будущих поколений». Подробная дискуссия по поводу данного понятия представлена в нашей статье в журнале Биосфера, 2010; 2(1):112-25 [1].

² Цели устойчивого развития (Sustainable Development Goals) – 17 Целей устойчивого развития (ЦУР), соответствующие им подцели, задачи и индикаторы определены и приняты ООН в 2015 г. как задающие ориентиры мирового развития. <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>

³ UNEP, 2011. Towards a Green Economy. Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. https://www.cbd.int/financial/doc/green_economyreport2011.pdf

⁴ UN. Technical report by the Bureau of the United Nations Statistical Commission (UNSC) on the process of the development of an indicator framework for the goals and targets of the post-2015 development agenda. Working draft. 2015 (a).

⁵ UN HABITAT. Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements. 2013; <https://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013/>

⁶ UN HABITAT. Urbanisation and Development. Emerging Futures. 2016; <https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/03/WCR-%20Full-Report-2016.pdf>.

Новый UN-Habitat о мировых городах прочно связывает предлагаемую в программе «Новую урбанистическую повестку дня» с 17 Целями устойчивого развития (ЦУР), принятыми в Париже в конце 2015 г. Цель устойчивого развития № 11 «Устойчивые города и сообщества» ставит задачу «сделать города и поселения демократичными, безопасными, прочными и устойчивыми»⁷. Европейская экономическая комиссия ООН и Международный телекоммуникационный союз в 2016 г. начали новую инициативу, получившую название «Единение ради умных и устойчивых городов» («United for Smart and Sustainable Cities»)»⁸.

Устойчивое развитие городов рассматривалось в работах Наесса (Naess, 1995) [22], Холла и Пфайфера (Hall and Pfeiffer, 2000) [14], Жирарде (Girarde, 2004, 2014) [9, 10], Битхаса и Христофакиса (Bithas and Christofakis, 2006) [4], Шмелева и Шмелевой (Shmelev and Shmeleva, 2009) [33], Дассена с коллегами (Dassen et al., 2013) [5], Холла (Hall, 2014) [13], Мартина и Райса (Martin and Rice, 2014) [24] и других. Устойчивость городского развития понимается нами как многомерная способность города успешно функционировать в экономической, социальной и экологических размерностях одновременно. Согласно Холлу и Пфайфер [14], таксономия городов очень сложна и не дает возможности представить классификацию городов только по одному основанию. Многомерная природа городской системы определяет основной выбранный нами аналитический метод для оценки устойчивого развития городов, а именно – метод многокритериальной поддержки принятия решений [25], предложенный Б. Руа (Roy, 1996) и адаптированный нами в 2017 г. к оценке городов [29].

Римская декларация – «Создание более умных и устойчивых городов: стремление к целям устойчивого развития», принятая в мае 2016 г. на форуме ООН, – провозгласила, что города должны стать более умными путем применения технологических решений для целого ряда общих городских задач устойчивого развития⁹. Европейская экономическая и социальная комиссия ООН считает умные устойчивые города мощным источником роста, производительности и занятости. Умный¹⁰ и устойчивый город определяется как «инно-

⁷ UN. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1.2015.

⁸ UNECE and ITU. Rome Declaration. 2016; <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/Documents/Forum-on-SSC-UNECE-ITU-18-19-May-2016/Rome-Declaration-19May2016.pdf>.

⁹ UNECE and ITU...

¹⁰ Умный город (Smart City) – существует множество определений «умного» города. Ключевая концепция базируется на идее интеграции человеческого и социального капитала с возможностями и инфраструктурой информационно-коммуникационных технологий для достижения высокого качества жизни и сбалансированного экономического развития. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/246019/bis-13-1209-smart-cities-background-paper-digital.pdf. Традиционно выделяется 6 размер-

вационный город, который использует информационные и коммуникационные технологии и другие средства для улучшения качества жизни, эффективности городских операций и услуг и конкурентоспособности, в то же время обеспечивая потребности настоящих и будущих поколений по отношению к экономическим, социальным и экологическим, а также культурным аспектам»¹¹. В современной дискуссии вопрос о различиях или взаимосвязи аспектов умного и устойчивого развития выходит на передний план^{12, 13} [2].

При рассмотрении перспектив развития городов после 2018 г. отмечено, что центральной проблемой станет изменение климата и что к 2030 г. миллионы людей и 4 триллиона долларов активов будут подвергаться риску экстремальных климатических катаклизмов [3]. По данным исследований, города ответственны за 75% глобальных выбросов CO₂ и будут испытывать ощутимые воздействия от их последствий. Одним из значимых индикаторов оценки устойчивости городов является объем выбросов диоксида углерода. В этой статье будут представлены результаты регрессионного анализа, связывающего городские выбросы CO₂ с различными внешними, инфраструктурными, политическими, поведенческими и технологическими переменными. В исследовании была использована база данных по 140 глобальным городам, составленная компанией Environment EuropeTM. Далее в статье будут приведены результаты интегрального анализа устойчивости глобальных городов и рассмотрены в качестве примеров три города из числа лидеров нашего рейтинга.

Индикаторы умного и устойчивого развития городов

Существующие системы индикаторов умных и устойчивых городов включают в себя следующие документы: 1) «Руководство и методология ООН по индикаторам устойчивого развития» (2007)¹⁴; 2) «Инди-

ностей умного города: экономика, мобильность, окружающая среда, управление, повседневная жизнь в городе и умные горожане, но, например, в Барселоне выделено 22 приоритетных направления. <https://journals.openedition.org/factsreports/4367>

¹¹ UNECE. United for Smart Sustainable Cities (U4SSC). 2016; <https://www.unece.org/housing-and-land-management/united-4-smart-sustainable-cities-u4ssc.html>

¹² Умное развитие города – это процесс, в котором использование цифровых технологий, инфраструктуры, социальный капитал и вовлеченность граждан в обсуждение и принятие решений делают город более адаптивным к различным вызовам и одновременно более удобным для жизни. <https://www.centreforcities.org/reader/smart-cities/what-is-a-smart-city/1-smart-cities-definitions/>

¹³ Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-U4SSC-Collection-Methodology/index.html#p=14>

¹⁴ UN, 2007. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, New York: UN. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/guidelines.pdf>

каторы устойчивого развития Европейского союза» (2007, 2016)^{15, 16}; 3) «Системы индикаторов устойчивого развития Европейской экономической комиссии ООН»¹⁷; 4) Стандарты ISO 37120 по устойчивому развитию сообществ¹⁸, (ISO, 2014) и ГОСТ Р ИСО 37120-2015 «Устойчивое развитие сообщества. Показатели городских услуг и качества жизни» (ГОСТ, 2015)¹⁹; 5) «Система целей устойчивого развития ООН, 2015»²⁰; 6) «Система индикаторов умных и устойчивых городов Экономического и социального совета ООН»²¹. Системы индикаторов устойчивого развития подробно обсуждены в ряде сравнительных обзоров авторами из различных стран [8, 11, 15–18, 20, 24, 35, 36]. Надо отметить, что в последнее десятилетие наблюдается рост интереса исследователей к оценкам устойчивости городов, основанных на индикаторах [21, 27, 28, 33, 37–40].

Понятие о «глобальном городе» было введено в начале 1990-х гг. Саскией Сассен [26]. Оно стало обозначать крупнейшие центры мировой экономики, при этом подчеркивается роль международных организаций и глобального бизнеса в их развитии. Затем в исследования глобальных городов были включены вопросы их устойчивого развития [12]. В настоящее время Глобальный индекс городов оценивает успех городов по 27 различным метрикам в пяти размерностях, к которым относятся: 1) бизнес-активность (30%), представленная потоком капитала, рыночной динамикой и основными компаниями; 2) человеческий капитал (30%), выраженный через уровень образования; 3) обмен информацией (15%), представленный доступом к информации через Интернет и другие источники; 4) культурный опыт (15%), характеризующийся доступом к основным спортивным событиям, музеям и выставкам, и 5) включенность в политиче-

¹⁵ European Commission. State of European Cities Report, Adding Value to European Urban Audit; 2007; http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/urban/stateofcities_2007.pdf

¹⁶ Eurostat. Urban Europe. Statistics on cities, towns and suburbs. 2016; <http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-01-16-691>

¹⁷ UNECE. Framework and suggested indicators to measure sustainable development, Prepared by the Joint UNECE/Eurostat/OECD Task Force on Measuring Sustainable Development 27 May. 2013. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2013/SD_framework_and_indicators_final.pdf

¹⁸ ISO 37120:2014 Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life

¹⁹ ГОСТ(2015) Р ИСО 37120-2015 Устойчивое развитие сообщества. Показатели городских услуг и качества жизни. GOST (2015) ISO 37120:2014 [Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life].

²⁰ UN Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1.2015

²¹ UNECE. The UNECE-ITU Smart Sustainable Cities Indicators. 2015; http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2015/ECE_HBP_2015_4.en.pdf

ский процесс (10%), выраженный через политические события, институты и посольства. Однако Глобальный индекс городов не включает в себя экологические и социальные размерности, что необходимо для оценки устойчивого развития города.

Проведенный нами сравнительный анализ трех наиболее известных систем оценивания устойчивого развития городов, а именно Индикаторов целей устойчивого развития ООН²², Стандарта ISO 37120 «Устойчивое развитие сообществ» 2014²³, и Системы индикаторов умных и устойчивых городов UNECE-ITU²⁴, выявил различия в фокусе внимания,

²²UN. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1.2015.

²³ISO 37120:2014 Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life.

²⁴UNECE. Framework and suggested indicators to measure sustainable development, Prepared by the Joint UNECE/Eurostat/OECD Task Force on Measuring Sustainable Development 27 May. 2013. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2013/SD_framework_and_indicators_final.pdf

балансе между экономическими, социальными и экологическими размерностями и некоторые несоответствия. Система индикаторов целей устойчивого развития ООН ориентирована в большей степени на оценку проблем развивающихся стран. Некоторые из более чем 200 индикаторов имеют нечеткие определения, в результате чего оказываются трудно применимыми. Стандарт ISO 37120:2014 содержит более ясно определенные индикаторы, хотя социальные и экологические аспекты получают несколько больший приоритет, нежели экономические и «умные». Напротив, Система индикаторов «умных» и устойчивых городов UNECE-ITU является более сбалансированной по различным размерностям устойчивого и «умного» развития и характеризуется более цельным видением ситуации.

Выбор отдельных индикаторов для оценки городов в данном исследовании был основан на наших предыдущих работах [1, 29, 30, 31, 33, 34]. Процесс выбора индикаторов проходил в два этапа. Сначала был проанализирован большой набор параметров, включающий: 1) экономические индикаторы (доход на душу населения по паритету покупательской способности, коли-

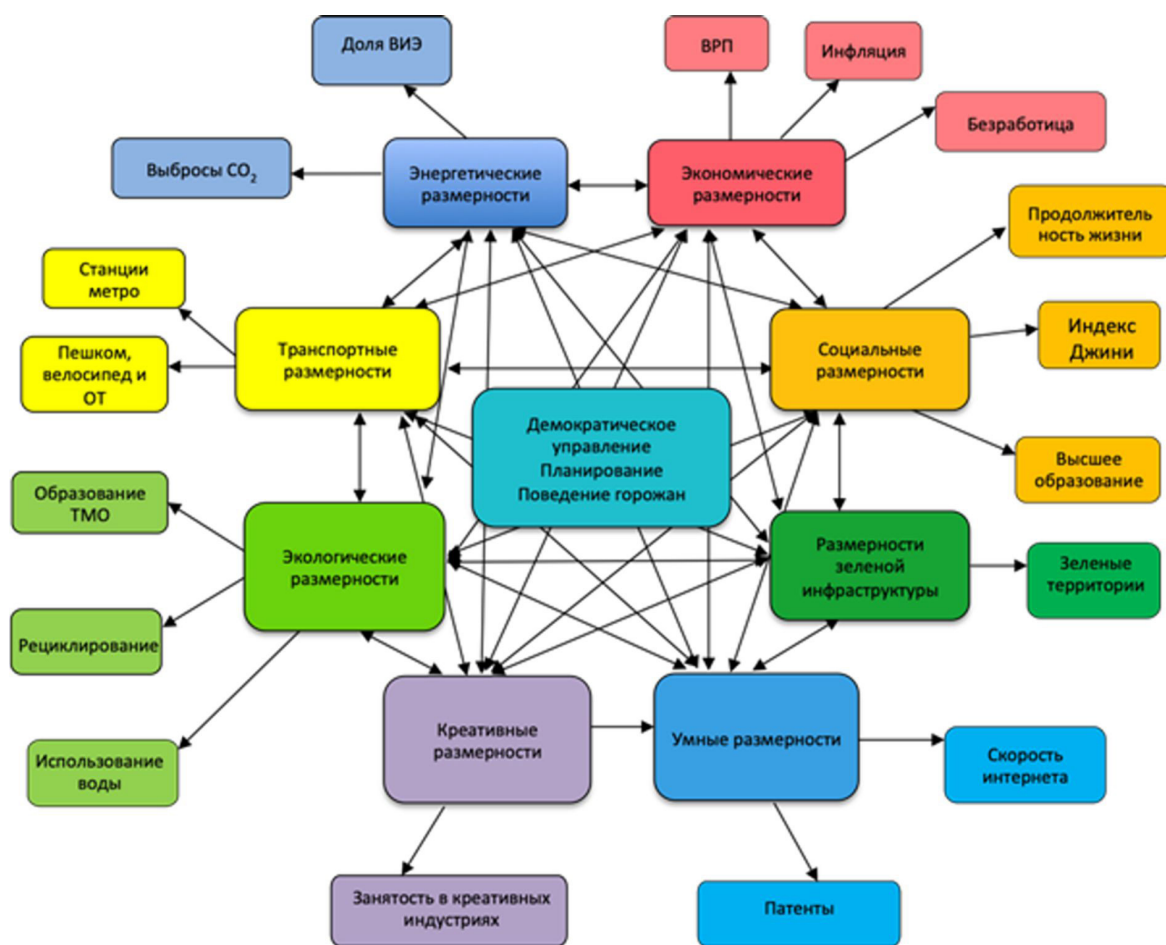


Рис. 1. Концептуальная диаграмма методологии оценки устойчивых и умных городов

чество крупных компаний, имеющих штаб-квартиру в данном городе, занятость в креативных секторах); 2) экологические индикаторы (выбросы CO₂ в расчете на душу населения, концентрации PM₁₀, использование воды на душу населения, образование отходов на душу населения, уровень рециклирования твердых муниципальных отходов); 3) социальные индикаторы (уровень безработицы, индекс неравенства доходов (коэффициент Джини), продолжительность жизни).

После проведения анализа методом главных компонент [29], исключения сильно коррелирующих переменных и добавления новых размерностей набор индикаторов в результате нескольких итераций принял свою окончательную форму с двадцатью индикаторами. Данная процедура была необходима для того, чтобы получить минимальный набор индикаторов, наиболее полно описывающий устойчивость развития города. Структурная диаграмма, иллюстрирующая методологию выбора индикаторов для оценивания, представлена на рис. 1.

В данном исследовании мы использовали базу данных по устойчивым городам Environment Europe™ –

коммерческий продукт, который мы разработали в качестве нашего основного депозитария данных по 143 городам Европы, Северной Америки, Южной Америки, Африки, Азии и Океании. Эти данные были получены из широкого спектра источников, включая Евростат 2016²⁵, данные правительств городов²⁶, а также данные UN-Habitat, Всемирного банка, проекта агентства Блумберг по учету выбросов углерода. Географическое распределение городов в базе данных представлено на рис. 2. Мы иллюстрируем его на этом рисунке с помощью информации по выбросам CO₂ в каждом городе. Выбросы CO₂, как видно на рис. 2, особенно высоки в Мельбурне и Сиднее, Дубае и Дохе, Майами, Шанхае, Алматы и гораздо ниже – в Стокгольме, Сан-Франциско, Нью-Йорке, Токио, Рио-Жанейро, Париже и Мадриде.

²⁵ Eurostat. Urban Europe. Statistics on cities, towns and suburbs. 2016; <http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-01-16-691>.

²⁶ San Francisco Department of the Environment. San Francisco Climate Action Strategy.2013: https://sfenvironment.org/sites/default/files/engagement_files/sfe_cc_ClimateActionStrategyUpdate2013.pdf.

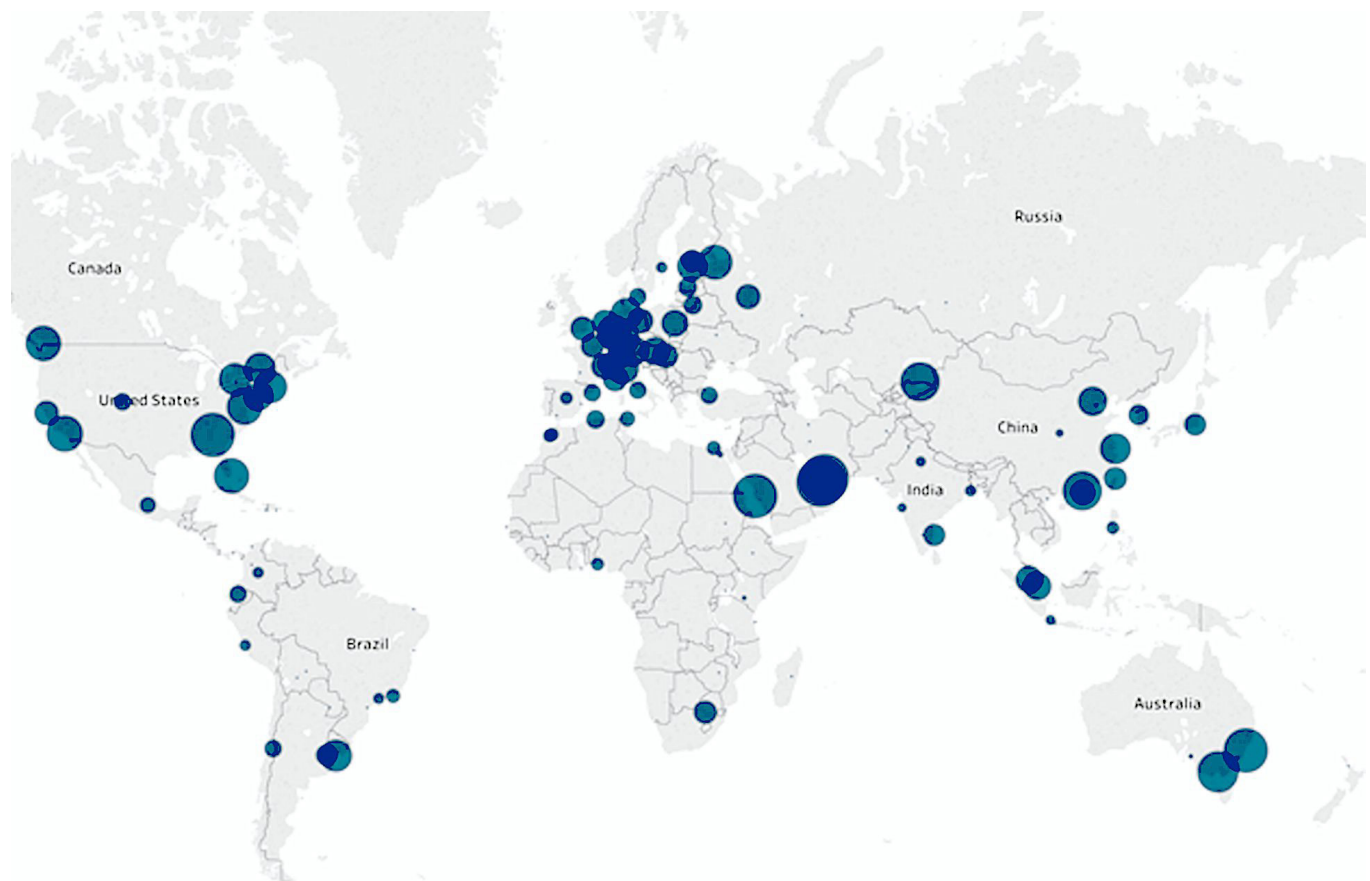


Рис. 2. Выбросы CO₂

Источник: База данных устойчивых городов Environment Europe™, 143 глобальных города, 2018.

Факторы, влияющие на выбросы CO₂ в глобальных городах

В этом разделе будут рассмотрены ключевые факторы, воздействующие на выбросы CO₂ в глобальных городах. Исследуя междисциплинарные связи между индикаторами устойчивого развития²⁷, мы тестируем разнообразные причины таких выбросов с помощью регрессионного анализа. Точная формулировка гипотез основана на наших предыдущих исследованиях [29, 32, 33].

Подтверждение нашей гипотезы о высокозначимой корреляции между выбросами CO₂ и долей угля в энергетическом балансе города свидетельствует о

²⁷ Environment Europe LTD: <http://environmenteurope.org/>

необходимости срочной трансформации и декарбонизации энергетического сектора. В таких городах, как Сидней, Варшава, Алматы, Гонконг, Денвер, Портленд, Лос-Анджелес, Вашингтон, Шэньчжэнь, высоки как уровни использования угля в энергетике, так и выбросы CO₂ в расчете на душу населения. С другой стороны, в таких городах, как Сан-Паулу, Рио-де-Жанейро, Богота, Кито, Мадрид, Аделаида, Копенгаген и Рим, относительно низки как уровни использования угля в энергетическом балансе, так и выбросы CO₂ в расчете на душу населения (рис. 3).

В нашем исследовании была обнаружена статистически значимая корреляция между выбросами CO₂ и совокупной долей поездок на общественном транспорте, на велосипеде и перемещений (прохождений

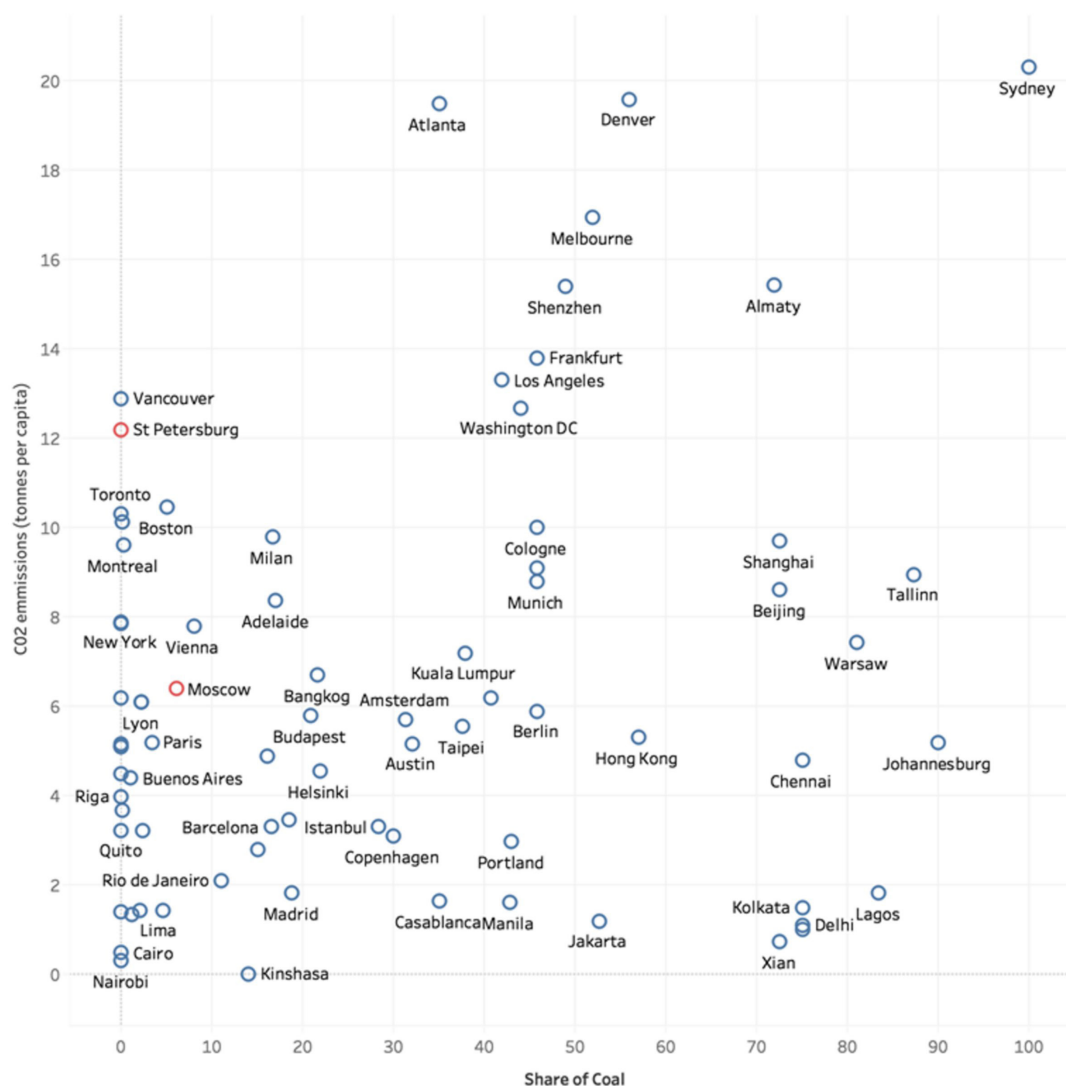


Рис. 3. Корреляция между выбросами CO₂ на душу населения в год и долей угля в энергетическом балансе глобальных городов. Российские города обозначены красным цветом, прочие – синим. Источник: База данных устойчивых городов Environment Europe™, 2018.

по городу) пешком (рис. 4). Подтверждение гипотезы о том, что доля поездок на общественном транспорте или велосипеде и перемещений (прохождений по городу) пешком ведет к более низкому уровню выбросов CO_2 , способствует пониманию того, какие методы городского планирования могут приводить к снижению выбросов парниковых газов.

В таких городах, как Стокгольм, Мумбай, Богота, Дели, Мехико, Париж, Амстердам, Сеул, Барселона, Сан-Паулу, Берлин, Сингапур и Москва, велика совокупная доля перемещений на общественном транспорте, на велосипеде или пешком, что ассоциируется с более низкими выбросами CO_2 в расчете на душу населения. С другой стороны, в таких городах, как Сидней, Шэньчжэнь, Алматы, Лос-Анджелес, Майа-

ми, Куала-Лумпур, Бостон, Ванкувер и Торонто, широко используются частные автомобили, и показатель выбросов CO_2 гораздо выше (рис. 4).

На высоком уровне статистической значимости в нашем исследовании подтверждена гипотеза [6] о роли возобновляемой энергии в сокращении выбросов CO_2 в глобальных городах (рис. 5). Этот факт объясняет более низкие выбросы CO_2 в расчете на душу населения в таких городах, как Сан-Паулу, Богота, Монреаль, Стокгольм, Рио-де-Жанейро, Цюрих и Копенгаген, где более широко используется гидроэнергия или ветряная энергия. В то же время, в таких городах, как Сидней, Атланта, Алматы, Франкфурт, Майами, Санкт-Петербург, Шанхай, Бостон, Лос-Анджелес, Ванкувер и Шэньчжэнь, уровень возобнов-

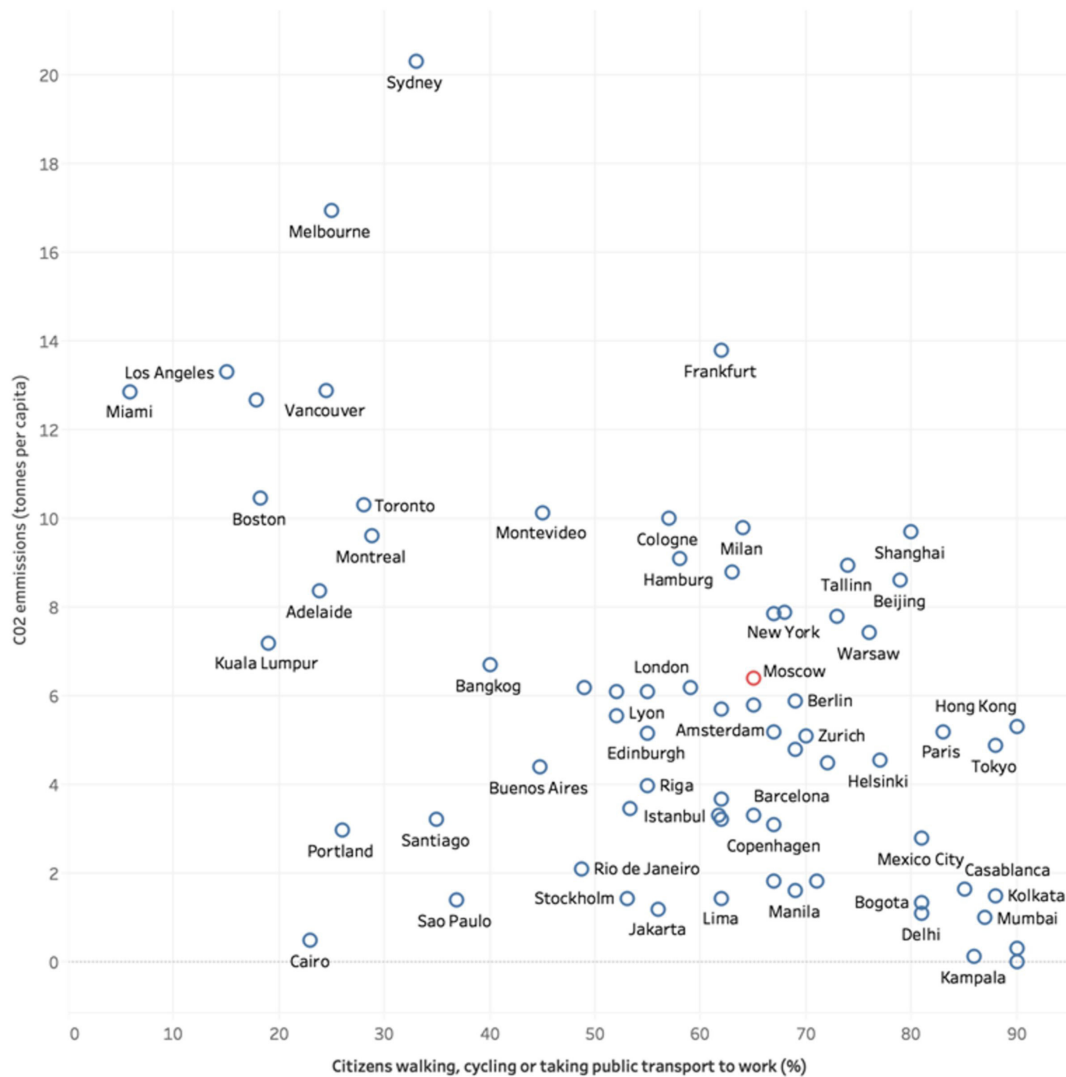


Рис. 4. Корреляция между выбросами CO_2 и перемещениями (прохождений по городу) пешком, на велосипеде и общественным транспортом. Российские города обозначены красным цветом, прочие – синим
Источник: База данных устойчивых городов Environment Europe™, 2018.

ляемых источников в энергетическом балансе ниже, а выбросы CO₂ выше (рис. 5).

Опираясь на данные, в полном объеме описывающие 71 город, содержащиеся в Базе данных устойчивых городов Environment Europe™, мы смогли сформулировать линейную регрессионную модель вида:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_7X_7, \quad (1)$$

где Y – выбросы CO₂ (тонны на душу населения в год);

X₁ – средняя дневная температура (°C);

X₂ – статус столицы в ОЭСР (0; 1);

X₃ – доля возобновляемых источников в энергетическом балансе (от 0 до 100%);

X₄ – доля угля в энергетическом балансе (от 0 до 100%);

X₅ – доля перемещений пешком, на велосипеде или общественным транспортом среди всех перемещений по городу (от 0 до 100%);

X₆ – уровень реутилизации отходов (от 0 до 100%);

X₇ – налог на CO₂ (евро на тонну).

Численные оценки коэффициентов B₀–B₇ этой модели, которая «объясняет» 80% вариации городских выбросов CO₂ в расчете на душу населения в глобальных городах мира, приведены в табл. 1.

Выбросы CO₂ в городах имеют тенденцию сокращаться при увеличении средней дневной температуры в городе. В среднем более высокие температуры приводят к меньшей необходимости отапливать помещения и, соответственно, к меньшим выбросам CO₂. К сожалению, имеющиеся данные не позволяют учесть рост

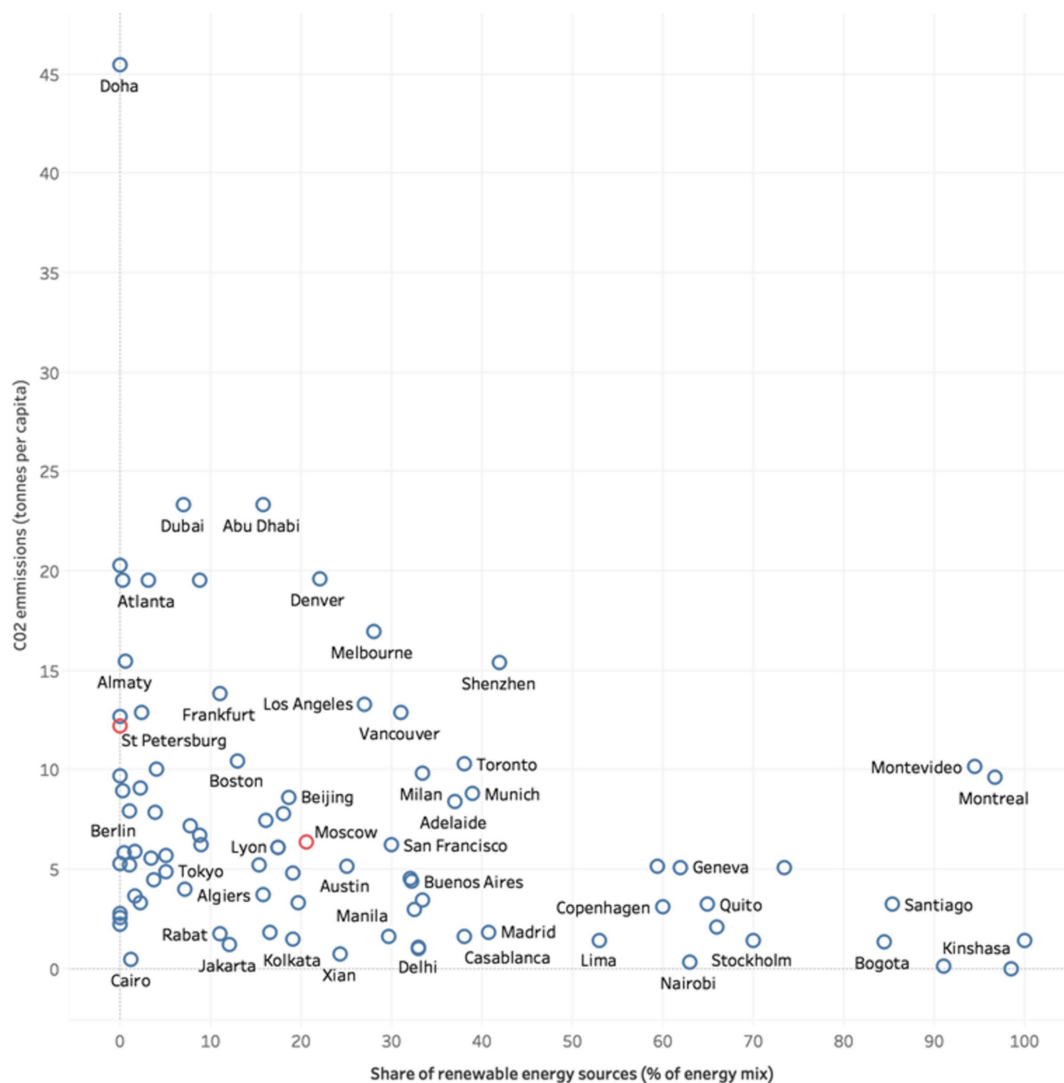


Рис. 5. Корреляция между выбросами CO₂ в расчете на душу населения и долей возобновляемой энергии в энергетическом балансе глобальных городов. Российские города обозначены красным цветом, прочие – синим
Источник: База данных устойчивых городов Environment Europe™, 2018.

потребления электроэнергии, связанной с кондиционированием воздуха. Один из полученных нами результатов привлекает особое внимание: города, являющиеся столицами стран ОЭСР (OECD), характеризуются значительно меньшими выбросами CO₂. Мы предполагаем, что это происходит в результате более высокого технологического развития системы общественного транспорта, электрических автомобилей и появления пешеходных пространств, свободных от автомобилей, как нового тренда в городском планировании и дизайне. Согласно нашим результатам, с повышением доли возобновляемой энергии в энергетическом балансе связана тенденция к снижению городских выбросов CO₂. С другой стороны, более высокая доля угля в энергетическом балансе увеличивает городские выбросы CO₂. На сокращение выбросов CO₂ в городах влияет поведенческая переменная, представляющая долю перемещений на общественном транспорте, на велосипеде и пешком (табл. 1). Парадоксально, как показывают наши результаты, что более высокие уровни рециклирования при прочих равных условиях приводят к увеличению выбросов CO₂ на душу населения, поскольку для процесса рециклирования должны быть затрачены дополнительные объемы энергии. Мы также обнаружили, что налог на CO₂, отражая существующую

структуру инструментов климатической политики на глобальном уровне, помогает сократить выбросы CO₂ в городах при статистической значимости на уровне 5%.

Одна из наиболее интересных переменных – статус столицы государства-члена ОЭСР. Из коэффициентов регрессионного уравнения видно, что такой статус сопровождается средним сокращением выбросов CO₂ на 2 тонны в расчете на человека в год. Как можно объяснить этот феномен? Одна из гипотез заключается в политическом лидерстве ОЭСР в глобальном движении пешеходизации²⁸. В Швеции города Стокгольм, Лунд и Гетеборг сделали свои центры пешеходными к 1961 г. Копенгаген сделал центральную торговую улицу Strøget полностью пешеходной в 1962 г. [23].

Как отмечено в [7], в 1969 г. генеральным секретарем ОЭСР стал голландский политик Emile van Lenner, который дал новый стимул повышенному интересу к экологическим и городским проблемам. Привлекая внимание к проблемам современного общества, таким как экономический рост, окружающая среда и благосостояние, уже в 1969 г., ОЭСР сформировало новую

²⁸ Пешеходизация (pedestrianisation) – термин, обозначающий появление пешеходных пространств, свободных от автомобилей, пешеходных торговых улиц, пешеходных дорожек и всего, что способствует перемещению по городу пешком.

Табл. 1

Численные оценки параметров линейной регрессионной модели выбросов CO₂ в глобальных городах*

Переменная	Коэффициент	Оценка коэффициента	Стандартная ошибка оценки	t-статистика	p-уровень статистической значимости отличия оценки от 0	Частный коэффициент детерминации (R ²)
	B ₀ **	15,2640	1,023	14,9	0,0000	0,7794
Средняя дневная температура	B ₁	-0,234784	0,04427	-5,30	0,0000	0,3087
Статус столицы в ОЭСР	B ₂	-2,29855	0,6474	-3,55	0,0007	0,1667
Доля возобновляемой энергии в энергетическом балансе	B ₃	-0,0376761	0,01115	-3,38	0,0013	0,1534
Доля угля в энергетическом балансе	B ₄	0,0486420	0,009920	4,90	0,0000	0,2762
Доля перемещений пешком, на велосипеде, общественным транспортом	B ₅	-0,113082	0,01036	-10,9	0,0000	0,6543
Уровень рециклирования	B ₆	0,0692216	0,01286	5,38	0,0000	0,3150
Налог на CO ₂	B ₇	-0,0306765	0,01428	-2,15	0,0355	0,0683

* Источник данных: База данных устойчивых городов Environment Europe™, 2018, 71 наблюдение, R² = 0,805394.

** Свободный член (константа) уравнения регрессии (1).

Группу по городской среде в рамках своей Экологической комиссии, что совпало с открытием Министерств окружающей среды в Великобритании (1970) и Франции (1971). Группа по городской среде ОЭСР успешно осуществила следующие проекты: «Пространства городов, свободные от автомобилей» (1970–1972), «Инструменты, воздействующие на форму и структуру городского развития» (1972–1974), «Сокращение шума в городах» (1973–1975), «Недорогие улучшения городской среды» (1973–1975), «Управление общественной землей» (1975–1977) и «Транспортная политика для улучшения городской среды» (1975–1976). Активная историческая роль ОЭСР в продвижении пешеходизации в городских пространствах позволяет нам уверенно заключить, что этот фактор сыграл роль в значительном сокращении выбросов CO₂ в столицах ОЭСР.

Еще одним фактором, который оказал влияние на поворот стратегий городов в направлении устойчивого развития, является, по нашему мнению, группа C40²⁹, включающая сегодня более 80 ведущих городов мира. Организация была основана мэром Лондона (столица страны, входящей в ОЭСР). В совет C40 в настоящее время входит большое число столиц стран ОЭСР. Эта группа с момента основания в 2006 г. ведет активную работу по сокращению выбросов CO₂ в городах. Интересно отметить, что, как показывают наши результаты (табл. 1), эффект пешеходизации и использования велосипедов и общественного транспорта по абсолютной величине превосходит эффекты уменьшения доли угля, увеличения доли возобновляемой энергии и налога на углерод вместе взятые. В следующем разделе мы рассмотрим, какие города достигли большего успеха в устойчивом развитии, а в каких требуются дополнительные усилия. Следует отметить и современную тенденцию использования новейших умных технологий для решения вопросов улучшения качества окружающей среды городов, увеличения их потенциала в достижении целей устойчивого развития и повышения качества жизни, как это происходит в Лондоне и Сингапуре, например^{30,31,32}.

²⁹ C40 – партнерство больших городов по проблемам изменения климата. Создано в 2006 г. по инициативе мэра Лондона Кена Ливингстона. Из российских городов членом партнерства является Москва. В качестве задач партнерство рассматривает содействие городам в реализации программ снижения выбросов парниковых газов, сокращения потребления энергии, внедрение энергосберегающих технологий, развитие возобновляемых источников энергии.

³⁰ Greater London Authority. Smart London Plan: using the creative power of new technologies to serve London and improve Londoners' lives. 2013: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/smart_london_plan.pdf.

³¹ Greater London Authority. The Future of Smart: Harnessing digital innovation to make London the best city in the world 2016: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/gla_smartlondon_report_web_4.pdf.

³² Singapore. A Lively and Liveable Singapore: Strategies for Sustainable Growth. 2009; <http://www2.ecolex.org/server2neu.php/libcat/docs/LI/MON-083603.pdf>.

Оценка устойчивости: линейное агрегирование

В рамках многомерной оценки мы рассчитали общий индекс устойчивости для глобальных городов путем линейного агрегирования с различными весами, представляющими различные приоритеты в области достижения целей устойчивого развития. По выбранным 20 индикаторам устойчивости в нашей базе данных нашлись сведения по 57 городам. Это множество городов включает наиболее важные глобальные города, представляющие Европу, Африку, Азию, Северную и Южную Америку, Австралию и Океанию. Рассматриваемые города охватывают 6,7% населения Европы, 3,2% населения Азии, 5,4% населения Северной Америки, 10,5% населения Южной Америки, 26,1% населения Австралии и Океании и 0,7% населения Африки, что говорит о некотором дисбалансе, который мы планируем откорректировать в будущем, увеличив долю городов Азии и Африки в базе данных. Города в базе Environment EuropeTM включают оба города категории A++³³, Лондон и Нью-Йорк, большую часть городов A+, включая Сингапур, Шанхай, Токио, Гонконг, Пекин, Париж, и наиболее значимые города A-, B+, B и B- из различных регионов³⁴.

Линейное агрегирование подразумевает абсолютную взаимозаменяемость между критериями устойчивости. Нами были исследованы несколько приоритетов городского управления, при этом мы, изменяя весовые коэффициенты, фокусировали внимание на экономических, социальных, экологических или «умных» размерностях. Результаты оценки 57 глобальных городов показаны в табл. 2.

Результаты оценки ясно показывают, что при выборе экологических приоритетов самые устойчивые города – это Сан-Франциско, Стокгольм, Сеул, Копенгаген и Цюрих; при выборе «умных» приоритетов ведущие города – Стокгольм, Сан-Франциско, Париж, Токио и Бостон. При выборе экологических и экономических приоритетов лидирует Сан-Франциско, при выборе социальных и «умных» приоритетов – Стокгольм. Город может занимать разные позиции в рейтинге в зависимости от выбранных приоритетов. Например, Сеул занимает третье место в мире при выборе экологических приоритетов, второе при выборе экономических, пятое – социальных и восьмое – при выборе «умных», что является очень сильной позицией, привлекающей внимание к инновационному опыту Сеула. Столица Дании Копенгаген, как видно из табл. 2, занимает четвертую строчку при экологическом

³³ A++, A+ и т. д. (Alfa++, Alfa+) – категории городов в глобальном рейтинге городов, представленных в Globalization and world cities research network. The World According to GaWC 2018. 2018: <https://www.lboro.ac.uk/gawc/world2018t.html>.

³⁴ Globalization and world cities research network. The World According to GaWC 2018. 2018: <https://www.lboro.ac.uk/gawc/world2018t.html>.

**Многомерная оценка устойчивости глобальных городов
при экологических, экономических, социальных и умных приоритетах, линейное агрегирование**

Место	Равные приоритеты		Экологические приоритеты		Экономические приоритеты		Социальные приоритеты		«Умные» приоритеты	
	Город		Город		Город		Город		Город	
1	Сан-Франциско	0,73	Сан-Франциско	0,75	Сан-Франциско	0,71	Стокгольм	0,80	Стокгольм	0,73
2	Стокгольм	0,72	Стокгольм	0,73	Токио	0,70	Копенгаген	0,74	Сан-Франциско	0,66
3	Сеул	0,68	Сеул	0,69	Сеул	0,70	Цюрих	0,73	Париж	0,62
4	Токио	0,67	Копенгаген	0,68	Стокгольм	0,68	Мюнхен	0,72	Токио	0,61
5	Копенгаген	0,66	Цюрих	0,67	Вашингтон	0,63	Сеул	0,71	Бостон	0,60
6	Цюрих	0,65	Токио	0,66	Цюрих	0,62	Сан-Франциско	0,71	Франкфурт	0,59
7	Мюнхен	0,65	Мюнхен	0,66	Париж	0,62	Мадрид	0,71	Копенгаген	0,59
8	Франкфурт	0,62	Монреаль	0,64	Мюнхен	0,62	Токио	0,70	Сеул	0,58
9	Мадрид	0,62	Мадрид	0,64	Нью-Йорк	0,62	Ванкувер	0,69	Тайпей	0,57
10	Париж	0,61	Франкфурт	0,62	Бостон	0,61	Торонто	0,68	Мюнхен	0,57
11	Монреаль	0,61	Амстердам	0,62	Копенгаген	0,61	Амстердам	0,68	Вашингтон	0,55
12	Ванкувер	0,60	Торонто	0,62	Тайпей	0,60	Барселона	0,68	Барселона	0,54
13	Сингапур	0,60	Сингапур	0,61	Франкфурт	0,60	Франкфурт	0,67	Сингапур	0,53
14	Торонто	0,60	Ванкувер	0,61	Сингапур	0,60	Эдинбург	0,67	Цюрих	0,53
15	Амстердам	0,60	Париж	0,61	Пекин	0,60	Вена	0,66	Мадрид	0,53
16	Бостон	0,60	Аделаида	0,60	Остин	0,59	Монреаль	0,66	Ванкувер	0,51
17	Тайпей	0,59	Эдинбург	0,60	Ванкувер	0,58	Тайпей	0,66	Шэньчжэнь	0,50
18	Вена	0,58	Вена	0,60	Портленд	0,58	Берлин	0,63	Амстердам	0,50
19	Барселона	0,58	Милан	0,60	Торонто	0,58	Варшава	0,63	Остин	0,48
20	Милан	0,58	Барселона	0,59	Денвер	0,57	Сидней	0,62	Вена	0,48
21	Вашингтон	0,58	Тайпей	0,59	Мадрид	0,56	Лондон	0,62	Нью-Йорк	0,48
22	Сидней	0,57	Сидней	0,59	Монреаль	0,56	Милан	0,62	Милан	0,47
23	Эдинбург	0,57	Берлин	0,59	Милан	0,56	Париж	0,61	Берлин	0,46
24	Аделаида	0,57	Бостон	0,59	Амстердам	0,55	Шанхай	0,60	Сидней	0,46
25	Нью-Йорк	0,57	Лондон	0,58	Вена	0,55	Бостон	0,60	Гонконг	0,46
26	Берлин	0,57	Портленд	0,58	Атланта	0,55	Аделаида	0,59	Портленд	0,45
27	Портленд	0,57	Рим	0,57	Лондон	0,55	Остин	0,59	Монреаль	0,45

28	Лондон	0,56	Варшава	0,57	Сидней	0,55	Рим	0,59	Торонто	0,45
29	Остин	0,56	Вашингтон	0,57	Шэньчжэнь	0,55	Вашингтон	0,58	Атланта	0,45
30	Варшава	0,55	Нью-Йорк	0,57	Лос-Анджелес	0,54	Портленд	0,57	Лондон	0,43
31	Пекин	0,55	Остин	0,55	Барселона	0,54	Шэньчжэнь	0,57	Лос-Анджелес	0,41
32	Шэньчжэнь	0,55	Шэньчжэнь	0,55	Мельбурн	0,54	Сингапур	0,57	Пекин	0,40
33	Рим	0,54	Пекин	0,54	Аделаида	0,53	Нью-Йорк	0,56	Денвер	0,40
34	Денвер	0,53	Денвер	0,53	Эдинбург	0,53	Мельбурн	0,56	Варшава	0,39
35	Лос-Анджелес	0,52	Лос-Анджелес	0,53	Берлин	0,53	Денвер	0,55	Эдинбург	0,39
36	Гонконг	0,51	Сан-Паулу	0,53	Варшава	0,52	Пекин	0,53	Шанхай	0,38
37	Шанхай	0,50	Богота	0,53	Гонконг	0,51	Атланта	0,53	Рим	0,38
38	Атланта	0,50	Гонконг	0,52	Рим	0,51	Лос-Анджелес	0,52	Майами	0,38
39	Мельбурн	0,49	Кито	0,50	Шанхай	0,50	Москва	0,50	Аделаида	0,37
40	Сан-Паулу	0,49	Шанхай	0,50	Майами	0,49	Санкт-Петербург	0,50	Мельбурн	0,37
41	Богота	0,48	Лима	0,49	Сан-Паулу	0,45	Гонконг	0,49	Москва	0,35
42	Кито	0,46	Мельбурн	0,49	Москва	0,44	Алматы	0,46	Санкт-Петербург	0,32
43	Лима	0,46	Кампала	0,48	Лима	0,44	Майами	0,45	Сан-Паулу	0,32
44	Москва	0,46	Москва	0,48	Сантьяго	0,43	Сан-Паулу	0,44	Мехико-Сити	0,30
45	Майами	0,44	Атланта	0,48	Мехико-Сити	0,43	Лима	0,44	Сантьяго	0,30
46	Мехико-Сити	0,43	Санкт-Петербург	0,46	Богота	0,43	Сантьяго	0,44	Лима	0,28
47	Санкт-Петербург	0,43	Рио-де-Жанейро	0,45	Кито	0,42	Стамбул	0,42	Богота	0,28
48	Кампала	0,43	Мехико-Сити	0,45	Рио-де-Жанейро	0,40	Мехико-Сити	0,41	Стамбул	0,27
49	Сантьяго	0,43	Стамбул	0,45	Алматы	0,39	Богота	0,41	Алматы	0,27
50	Рио-де-Жанейро	0,42	Сантьяго	0,44	Стамбул	0,38	Кито	0,40	Рио-де-Жанейро	0,27
51	Стамбул	0,42	Майами	0,43	Санкт-Петербург	0,38	Буэнос-Айрес	0,38	Кито	0,27
52	Мумбай	0,39	Мумбай	0,42	Мумбай	0,37	Кампала	0,38	Буэнос-Айрес	0,26
53	Буэнос-Айрес	0,39	Найроби	0,42	Буэнос-Айрес	0,37	Рио-де-Жанейро	0,38	Кампала	0,24
54	Алматы	0,38	Буэнос-Айрес	0,41	Кампала	0,36	Дели	0,32	Мумбай	0,23
55	Дели	0,38	Дели	0,40	Дели	0,36	Мумбай	0,31	Дели	0,22
56	Найроби	0,34	Алматы	0,38	Йоханнесбург	0,28	Найроби	0,23	Найроби	0,18
57	Йоханнесбург	0,29	Йоханнесбург	0,32	Найроби	0,23	Йоханнесбург	0,17	Йоханнесбург	0,16

гических приоритетах, одиннадцатую – при экономических приоритетах, вторую – при социальных и седьмую при «умных» приоритетах. Столица Великобритании Лондон, несмотря на значительные усилия по реализации стратегий устойчивого и умного развития города, все еще находится на двадцать пятой позиции при экологических приоритетах, двадцать шестой – при экономических, двадцать первой позиции – при социальных и тридцатой – при «умных» приоритетах. В то же время Вашингтон занимает двадцать девятую строчку при экологических приоритетах, восьмую – при экономических, двадцать девятую – при социальных и одиннадцатую – при «умных» приоритетах. Таким образом, мы видим, что среди лучших городов находятся глобальные города и некоторые столичные города, занимающие высокие позиции в рейтинге.

В то же время наихудшие показатели устойчивости при экологических приоритетах в нашем исследовании демонстрируют такие города, как Йоханнесбург, Алматы, Дели, Буэнос-Айрес и Найроби. При экономических приоритетах список замыкают Найроби, Буэнос-Айрес, Йоханнесбург, Дели и Кампала, при социальных – Йоханнесбург, Найроби, Мумбай, Дели и Рио-де-Жанейро, а при «умных» приоритетах – Йоханнесбург, Найроби, Дели, Мумбай и Кампала.

Из российских городов в нашей оценке фигурируют два города – Москва и Санкт-Петербург. Их позиции в нашем рейтинге оказались следующими: из 57 оцененных глобальных городов при экологических приоритетах Москва находится на 44-м месте, а Санкт-Петербург — на 46-м, при экономических приоритетах Москва занимает более высокое 42-е место, чем Санкт-Петербург, занимающий 51-е место. Позиции при социальных приоритетах примерно равные: Москва и Санкт-Петербург занимают 39-е и 40-е места соответственно. А при «умных» приоритетах наши города также пока находятся не на очень высоких позициях, занимая 41-е (Москва) и 42-е места (Санкт-Петербург) соответственно. Москва при этом прилагает усилия для нахождения баланса между различными приоритетами развития, включившись в сбор данных по ключевым показателям деятельности «умных» и устойчивых городов для оценки достижения целей в области устойчивого развития³⁵.

Лидеры устойчивого развития среди глобальных городов

Ниже мы рассмотрим три наиболее устойчивых и «умных» города в мире и постараемся объяснить, как они достигли своего впечатляющего успеха. Согласно результатам нашего исследования, среди наиболее

³⁵ Применение международных стандартов МСЭТ к «умным и устойчивым городам» T-TUT-SSCIOT-2018-PDF-R.pdf.

успешных городов мы находим Сан-Франциско – высокотехнологичный центр США, а также две национальные столицы: Стокгольм и Сеул. На рис. 6 представлено многомерное сравнение этих городов.

Сан-Франциско

Глобальный город Сан-Франциско, не являясь столицей, лидирует в нашем рейтинге среди других городов мира экономической и экологической размерности. Стратегический план Сан-Франциско³⁶ на 2016–2020 гг. определяет миссию города следующим образом: «обеспечить решения, которые увеличивают защиту от изменений климата и повышают качество жизни для всех жителей Сан-Франциско». Стратегический план имеет пять целей: 1) продвижение здоровых сообществ и экосистем; 2) лидерство по действиям в области предотвращения изменений климата; 3) усиление стрессоустойчивости сообществ; 4) сокращение отходов; 5) активизация действий и влияния местных сообществ в решении городских проблем.

В рамках второй цели по действиям в области предотвращения изменений климата ставится задача сократить до 2025 г. выбросы парниковых газов на 40%. Данная цель имеет следующие подцели: максимизация энергоэффективности в существующих зданиях; сокращение зависимости от использования автомобилей с одним пассажиром путем улучшения доступа к «зеленым» (экологически чистым, не загрязняющим городскую среду, использующим альтернативные виды топлива, удобным и комфортным внутри, с удобной системой оплаты) и доступным видам транспорта; обязательство сократить выбросы углекислого газа в административных зданиях города; продолжение распространения практик Сан-Франциско для демонстрации возможных изменений всему миру; декарбонизация энергии, используемой для отопления и охлаждения зданий; ускорение перехода на электричество, на 100% обеспечиваемое возобновляемыми источниками, к 2030 г.; максимизация местного производства возобновляемой энергии посредством новых управленческих решений и инвестиций; декарбонизация транспортного сектора путем перехода на электрические автомобили и автомобили с нулевыми выбросами.

Город Сан-Франциско является одним из мировых лидеров по рециклированию (80%) и лидером по экономии ресурсов благодаря очень небольшим объемам твердых муниципальных отходов на душу населения (195,4 кг в год). Сан-Франциско имеет достаточно разветвленную систему общественного транспорта: 49% всех перемещений, совершаемых горожанами, осуществляются на общественном транспорте, на ве-

³⁶ San Francisco Department of the Environment. San Francisco Climate Action Strategy.2013: https://sfenvironment.org/sites/default/files/engagement_files/sfe_cc_ClimateActionStrategyUpdate2013.pdf.

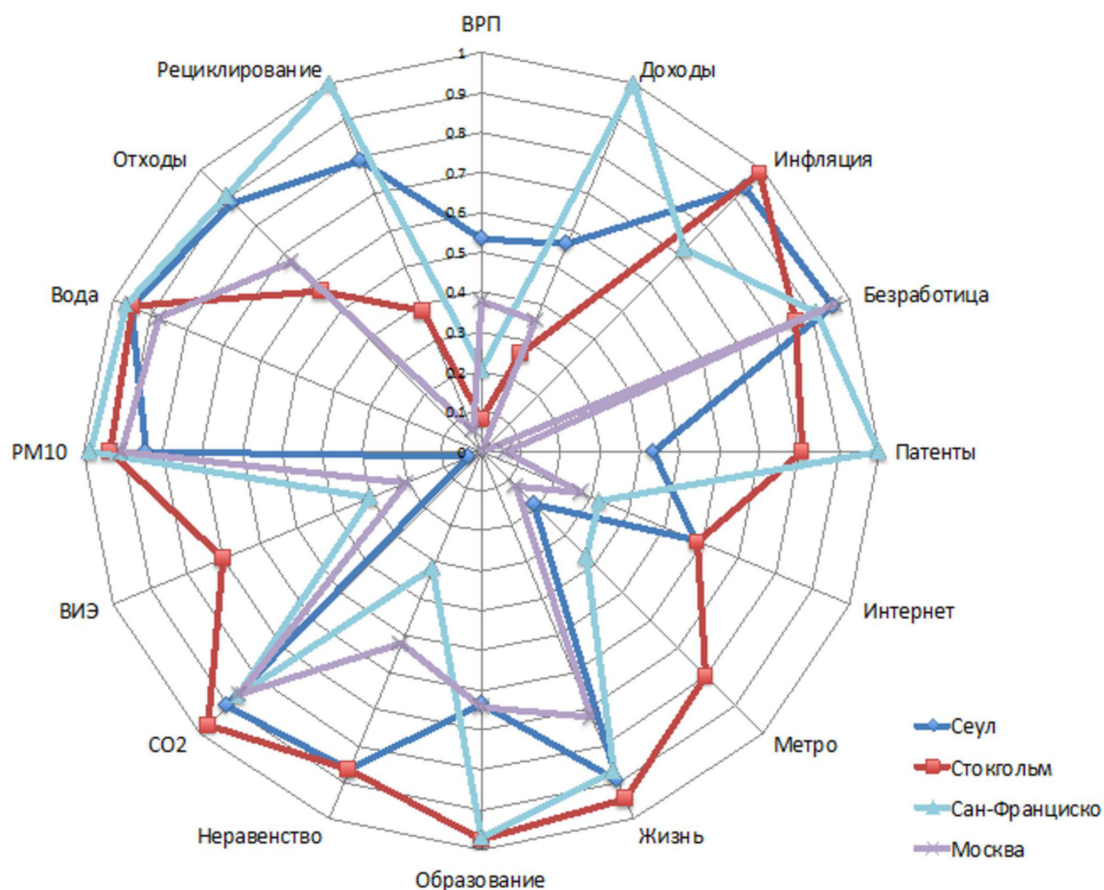


Рис. 6. Сравнение наиболее успешных глобальных городов – Сан-Франциско, Стокгольма и Сеула – с Москвой. Большее расстояние от центра означает лучшие показатели по каждому из индикаторов

лосипеде или пешком. Сан-Франциско производит 6,2 т CO₂ на человека в год, вырабатывая 30% своей энергии из возобновляемых источников. В области качества воздуха Сан-Франциско демонстрирует низкие уровни загрязнения микрочастицами до 10 мкм (PM10) на уровне 15,77 мкг/м³, что ниже лимита Всемирной организации здравоохранения по этому показателю (20 мкг/м³).

Экономически Сан-Франциско является одним из наиболее успешных городов мира. При высоком подушевом доходе в 88,518 USD по паритету покупательской способности в ценах 2010 г. инфляция низка (3,8%), безработица невысока (4,4%) – примерно треть от аналогичного показателя в соседнем Лос-Анджелесе. Сан-Франциско является мировым инновационным центром, где на 1000 жителей регистрируется в среднем 3,24 патента в год, что выше аналогичного показателя в Бостоне. В то же время расслоение доходов в Сан-Франциско высоко, что иллюстрируется индексом Джини (0,51). Такой высокий показатель по этому индексу ограничивает достижения Сан-Франциско в социальной сфере, помещая город на 6-ю позицию в рейтинге по социальным приоритетам.

СТОКГОЛЬМ

Столица Швеции Стокгольм выиграла престижный приз «Европейская зеленая столица» в 2010 г.³⁷ Город принял Экологическую программу на 2016–2019 гг., основанную на взаимодополняемости между охраной окружающей среды и человеческими потребностями. Шесть приоритетных отраслей этой программы включают в себя: устойчивое использование энергии, экологически чистый транспорт, устойчивое использование земли и воды, ресурсо-эффективное рециклирование, нетоксичный Стокгольм и здоровая среда внутри дома. Наше исследование показывает, что вместе с серьезным отношением к окружающей среде Стокгольм демонстрирует серьезные результаты в экономической сфере. Швеция имеет открытую экономику и превосходит США, Японию и Бразилию, привлекая примерно 4,7% ВВП в форме прямых зарубежных инвестиций в год. Швеция в целом получает высокие рейтинги в Глобальном индексе конкурентоспособности Всемирного экономического форума.

³⁷ Stockholm. The Stockholm Environment Program 2012-2015. 2012; <https://international.stockholm.se/globalassets/ovriga-bilder-och-filer/the-stockholm-environment-programme-2012-2015.pdf>

В то же время Швеция вкладывает около 3,7% ВВП в исследования и разработки, что значительно выше 1,8% в среднем по Европе. Стокгольму, как и Швеции в целом, удалось отделить экономическое развитие от роста выбросов CO₂ в результате технологической модернизации в 1970-х гг. за счет интенсивного использования гидроэнергии и атомной энергии, а также успешного применения экологических налогов с 1991 г., как показано в исследовании Шмелева и Шпека в 2018 г. [32]. Стокгольм поставил перед собой цель перестать использовать ископаемые виды топлива к 2050 г. и активно развивает новые программы «зеленого» городского транспорта.

Экономика Стокгольма основана на инновациях: ежегодное число новых зарегистрированных патентов (2,62 на 1000 жителей) превышает аналогичные показатели во всех других Европейских центрах, включая такие технологические гиганты, как Мюнхен, Цюрих, Копенгаген, а также Токио. В то же время Стокгольм отличается очень низкой инфляцией, фактически дефляцией на уровне 0,04%, при этом в городе высокий уровень налогообложения в процентах к ВВП и относительно низкий индекс Джини (0,3). В Стокгольме высок уровень высшего образования: 58% жителей в возрасте 25–64 лет.

В экологической размерности Стокгольм характеризуется очень низкими выбросами CO₂ (1,44 тонны в расчете на человека в год). Одной из причин этого является активное использование возобновляемой энергии: Стокгольм занимает одну из лидирующих позиций в Европе по ее доле (70%), следуя за Цюрихом. Позиция Стокгольма по возобновляемой энергии значительно лучше, чем у других Европейских городов – Копенгагена, Эдинбурга, Мадрида, Рима, Москвы, Вены, Парижа, Лондона, Амстердама.

Стокгольм характеризуется высокодиверсифицированной системой подземных сетей со 108 станциями метро на 100000 жителей. Такая доступность общественного транспорта лучше, чем во многих европейских городах, таких как Мадрид, Амстердам, Лондон, Рим, Берлин, но хуже, чем в Париже. С другой стороны, по доле перемещений, совершаемых на общественном транспорте, на велосипеде и пешком (53% общего числа перемещений), Стокгольм не является полноценным лидером, уступая Вене, Мадриду, Москве, Амстердаму и Лондону.

Качество воздуха в Стокгольме находится на хорошем европейском уровне со средней годовой концентрацией микрочастиц PM₁₀ в 26 мкг/м³, что, тем не менее, выше, чем максимум, рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения (20 мкг/м³). Качество воздуха лучше в таких европейских городах, как Эдинбург, Мадрид, Цюрих, Амстердам и Вена, хуже – в Лондоне и Париже. Что касается экономики замкнутого цикла, Стокгольм вырабатывает

довольно большое количество твердых муниципальных отходов, в среднем 597 кг/чел. в год, 31% из которых рециклируется. В таких европейских городах, как Мадрид, Амстердам, Берлин, Лондон, Париж, Вена, стиль жизни менее ресурсоемкий. Уровень рециклирования ниже, чем в Стокгольме, в Мадриде, Риме, Париже, Копенгагене, а выше – в Вене, Лондоне, Берлине и Амстердаме.

Сеул

В ноябре 2017 г. Правительство метрополии Сеула приняло 17 Целей устойчивого развития и поставило 96 задач их выполнения. План Сеула до 2030 г. – документ городского планирования – охватывает три основные размерности – окружающую среду, общество и культуру, экономику – и включает 30 индикаторов городского развития³⁸. Среди стратегических приоритетов Сеула – сокращение зависимости от атомной энергии, увеличение энергоэффективности и расширение участия женщин в экономической деятельности. Достижения Сеула в области умного развития были отмечены в отчете Международного телекоммуникационного союза уже в 2013 г. Программа умного города в Сеуле включает развитие быстрых оптических волоконных и беспроводных сетей. С 2003 г. в Сеуле была внедрена сеть «u-Seoul», которая связала основные общественные здания, офисы и муниципалитеты через волоконно-оптические кабели в подземных тоннелях. В 2015 г. 30% государственных служащих пользовались услугами «центра умной сети» и могли работать из дома. Была внедрена модель открытого управления Сеула, через которую горожане могут оставить заявку и поднять вопрос о проблемах в их районе или сообществе. В 2012 г. проект Сеула по умному замеру использования электроэнергии охватил 1000 семей, которым были предоставлены смарт-счетчики. В проекте была поставлена цель – сократить потребление электроэнергии на 10%. Система открытых данных включает информацию по муниципальному управлению, благосостоянию, культуре и туризму, управлению городом, окружающей среде, здоровью, промышленности, экономике и транспорту. Умные решения используются в Сеуле для оптимизации личных поездок горожан, помогая выбрать устойчивые транспортные решения и сокращая выбросы углерода.

В Сеуле в 2013 г. сконцентрировалось 50% всей экономики Кореи, обеспечивая занятость 50% населения страны. Уровень безработицы в Сеуле в 2014 г. был 2,3% – на уровне региональных лидеров Пекина и Сингапура, но ниже, чем в Токио. В Сеуле значительна доля жителей с высшим образованием (40,6%), что немного ниже, чем в Сингапуре, но выше, чем в

³⁸ Seoul Solution <https://www.seoulsolution.kr/en>.

региональных центрах – Пекине, Гонконге, Шанхае, Шэньчжэне, и выше, чем в европейских столицах – Берлине, Вене и Риме. Довольно низкое значение индекса Джини (0,3) подчеркивает ценность равенства в корейском обществе; индекс значительно ниже, чем в Сингапуре, Пекине и Гонконге. Инфляция в Сеуле находится на низком уровне 0,71%, что сопоставимо только с Копенгагеном и Стокгольмом. В Сеуле регистрируются около 1,4 патента на 1000 жителей в год, что является хорошим показателем.

В экологической сфере выбросы CO₂, измеряемые в Сеуле ежегодно, составляют 4,5 тонны, что ниже, чем в Токио, Гонконге, Сингапуре, Пекине, Шанхае и Шэньчжэне. В сравнении с европейскими городами по выбросам диоксида углерода Сеул следует за Стокгольмом и Копенгагеном, но оказывается лучше Парижа, Амстердама, Берлина, Лондона, Вены и Мюнхена, также обходя Сан-Франциско, Нью-Йорк, Монреаль, Бостон, Вашингтон и Лос-Анджелес.

Рециклирование – определенно одна из сильных сторон Сеула: 63,5% собранных твердых муниципальных отходов рециклируется. Зеленых пространств в Сеуле не так много – 1,39 м² на человека, что меньше, чем в Токио, Пекине, Шанхае, Барселоне, Лондоне, Париже, Стокгольме, Берлине, Риме и Копенгагене.

Заключение

В данной статье нами были рассмотрены глобальные города – центры экономической активности, которые ответственны за значительную долю глобальных выбросов CO₂ и вырабатывают большие объемы отходов. Мы предложили ряд индикаторов, которые можно использовать для измерения устойчивости развития умных глобальных городов.

Применение регрессионного анализа позволило нам построить хорошую модель выбросов CO₂ для глобальных городов. Мы показали, что ключевыми фак-

торами, от которых зависят выбросы CO₂, являются статус столицы страны-члена ОЭСР; доля угля в энергетическом балансе; доля возобновляемых источников; доля перемещений на общественном транспорте, на велосипеде и пешком; средняя годовая температура; уровень рециклирования и налог на CO₂. Все эти факторы в совокупности объясняют 80% вариации выбросов CO₂ в городах по всему миру. Многомерная оценка позволила выявить три глобальных города, являющихся явными лидерами по параметрам устойчивого развития: это Сан-Франциско, Стокгольм и Сеул. Полученные нами результаты позволили представить показатели отдельных городов в глобальном контексте и системно.

Стало очевидно, что среди наиболее устойчивых глобальных городов мира присутствуют города разного типа: национальные политические столицы – Стокгольм, Сеул, Копенгаген, Токио, Мадрид, Сингапур, Амстердам, Париж, Вена; финансовые центры – Цюрих, Франкфурт, Торонто; инновационные центры – Сан-Франциско, Мюнхен, Ванкувер; региональные центры – Монреаль, Барселона, Эдинбург. Статус столицы страны-члена ОЭСР сыграл значительную роль в объяснении выбросов CO₂ как одного из ключевых индикаторов устойчивости.

В целом, наше исследование показало, что столичные города ОЭСР, инновационные, финансовые и региональные центры часто показывают хорошие показатели устойчивости. Вместе с тем города должны активно взаимодействовать, делать больше для продвижения политики устойчивого развития и перенимать передовую практику. Это особенно актуально для городов, находящихся на низких ступенях нашего рейтинга. Дальнейшая разработка городских индикаторов устойчивости позволит нам лучше измерять их достижения и выявлять лучший практический опыт, который может быть передан другим городам.

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Шмелева ИА, Шмелев СЭ. Методологические проблемы междисциплинарного исследования устойчивого развития крупных городов. Биосфера. 2010;2:112-25.

Общий список литературы/References.

1. Shmeleva IA, Shmelev SE. [Methodological problems in interdisciplinary studies of sustainable development of major cities]. Biosfera. 2010;2:112-25. (In Russ.)
2. Ahvenniemi H, Huovila A, Pinto-Seppä I, Airaksinen M. What are the differences between sustainable and smart cities? Cities. 2017; 60(1):234-45.
3. Bai X, Dawson RJ, Ürge-Vorsatz D, Delgado GC, Salisu Barau A, Dhakal S, Dodman D, Leonardsen L, Masson-Delmotte V, Roberts D, Schultz S. Six research priorities for cities and climate change. Nature. 2018; 555:23-5.
4. Bithas KP, Christofakis M. Environmentally sustainable cities. Critical review and operational conditions. Sustainable Development. 2006;14:177-89.

5. Dassen T, Kunseler E, van Kessenich LM. The sustainable city: an analytical-deliberative approach to assess policy in the context of sustainable urban development. *Sustainable Development*. 2013;21:193-205.
6. Elliott D. *Renewables: A Review of Sustainable Energy Supply Options*. Bristol: IOP Publishing. 2013.
7. Ferial C. Better (urban) policies for better lives. The role of OECD in transnational exchanges of planning ideas in the 1970. *International Planning History Society Proceedings*, June 2016 [S.l.] 2016;17(6):195-204.
8. García-Fuentes MÁ, Quijano A, De Torre C, García R, Compere P, Degard C, Tomé I. European cities characterization as basis towards the replication of a smart and sustainable urban regeneration model. *Energy Procedia*. 2017;111(1):836-45.
9. Girardet H. *Cities People Planet: Liveable Cities for a Sustainable World*. New York: John Wiley & Sons; 2004.
10. Girardet H. *Creating Regenerative Cities*. London: Routledge; 2014.
11. Girardi P, Temporelli A. Smartainability: a methodology for assessing the sustainability of the smart city. *Energy Procedia*. 2017;111(1):810-6.
12. Hall P, Buijs S, Tan W, Tunas D. *Megacities. Exploring a Sustainable Future*, Rotterdam: nai010 Publishers; 2010.
13. Hall P. *Good Cities, Better Lives: How Europe Discovered the Lost Art of Urbanism (Planning, History and Environment Series)*. London: Routledge; 2014.
14. Hall P, Pfeiffer U. *Urban Future 21: A Global Agenda for Twenty-First Century Cities*, London: Routledge; 2000.
15. Hara M, Nagao T, Hanno S, Nakamura J. New key performance indicators for a smart sustainable city. *Sustainability*. 2016;8(3):206; <https://doi.org/10.3390/su8030206>.
16. Kierstead J, Leach M. Bridging the gaps between theory and practice: a service niche approach to urban sustainability indicators. *Sustainable Development*. 2008;16:329-40.
17. Klopp JM, Petretta DL. The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. *Cities*. 2017;63(1):92-7.
18. Manitiu DN, Pedrini G. Urban smartness and sustainability in Europe. An ex ante assessment of environmental, social and cultural domains. *Eur Planning Stud*. 2016;24(10):1766-87.
19. Martin N, Rice J. Sustainable development pathways: determining socially constructed visions for cities. *Sustainable Development*. 2014;22:391-403.
20. Monfaredzadeh T, Berardi U. Beneath the smart city: Dichotomy between sustainability and competitiveness. *Int J Sustainable Building Technol Urban Develop*. 2015; 6(3):140-56.
21. Mori K, Yamashita T. Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximization indicators. *Habitat Internat*. 2015;45:10-4.
22. Naess P. Central dimensions in a sustainable urban development. *Sustainable Development*. 1995;3:120-9.
23. Parajuli A, Pojani D. Barriers to the pedestrianization of city centres: perspectives from the Global North and the Global South. *J Urban Design*. 2018;23(1):142-60.
24. Pierce P, Ricciardi F, Zardini A. Smart cities as organizational fields: A framework for mapping sustainability-enabling configurations. *Sustainability*. 2017;9(9):1506; <https://doi.org/10.3390/su9091506>.
25. Roy B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers; 1996.
26. Sassen S. The Global City: Introducing a concept. *Brown J World Affairs*. 2005;11(2):27-43.
27. Shen LY, Ochoa JJ, Shah MN, Zhang X. The application of urban sustainability indicators: A comparison between various practices. *Habitat Internat*. 2011;35:17-29.
28. Shen L, Zhou J. Examining the effectiveness of indicators for guiding sustainable urbanization in China. *Habitat Internat*. 2014;44:111-20.
29. Shmelev SE. Multidimensional sustainability assessment for megacities. In: Shmelev S., ed. *Green Economy Reader. Lectures in Ecological Economics and Sustainability*. Switzerland: Springer; 2017. P. 205-36.
30. Shmelev SE, Shmeleva IA, eds. *Sustainability Analysis: an Interdisciplinary Approach*, London: Palgrave; 2012.
31. Shmelev SE. Dynamic sustainability assessment: the case of Russia in the period of transition (1985–2008). *Ecol Economics*. 2011;70(11):2039-49.
32. Shmelev SE, Speck SU. Green fiscal reform in Sweden: econometric assessment of the carbon and energy taxation scheme. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2018;90:969-81.
33. Shmelev SE, Shmeleva IA. Sustainable cities: Problems of integrated interdisciplinary research. *Int J Sustainable Develop*. 2009;12(1):4-23.
34. Shmelev S, ed. *Green Economy Reader. Lectures in Ecological Economics and Sustainability*, Springer. 2017.
35. Spangenberg JH. Institutional sustainability indicators: an analysis of the institutions in Agenda 21 and a draft set of indicators for monitoring their effectiveness. *Sustainable Development*. 2002;10:103-15.

