УДК 502.173

JEL Q43

DOI: 10.17213/2312-6469-2020-3-239-257

ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НИЗКОУГЛЕРОДНЫХ ГОРОДОВ

© *Н.Н. Яшалова, Н.П. Крылова, Е.Н. Левашов* 2020

Череповецкий государственный университет, г. Череповец, Россия

Современные тенденции социально-эколого-экономического развития городов убедительно доказывают необходимость создания в них экономики с низкими углеродными выбросами, новыми технологиями и высоким качеством окружающей среды. Модель низкоуглеродного города является частью концепций устойчивого развития и «зеленой» экономики. Проекты низкоуглеродного развития муниципальных образований направлены на сокращение выбросов углекислого газа, повышение энергоэффективности, снижение энергоемкости за счет внедрения эффективных энергосберегающих технологий. В настоящее время проекты низкоуглеродных городов имеются не только в зарубежной, но и отечественной практике. Целью настоящей статьи является теоретическое обоснование проекта «низкоуглеродный город», а также изучение и систематизация успешного опыта отечественных и зарубежных муниципальных образований по внедрению низкоуглеродных технологий в городской среде. Исследование проведено на основе использования методов общенаучного познания: сравнения и описания, систематизации и логически познавательного осмысления, а также анализа и синтеза. В работе дана трактовка проекта «низкоуглеродный город» и представлена его характеристика. Изучен российский и зарубежный опыт, выявлены его преимущества и недостатки, а также обозначены перспективы низкоуглеродного развития муниципальных образований в субъектах Российской Федерации. В заключение исследования с учетом проанализированного международного опыта предложены основные направления развития низкоуглеродных городов в субъектах страны, наиболее важным из которых является активизация внедрения энергосберегающих технологий на муниципальном уровне. Данные меры позволят более эффективно сочетать экономическое развитие городов с охраной в них окружающей среды. Сформулированные в статье подходы к развитию низкоуглеродных городов могут быть использованы при разработке комплексных социально-экономических муниципальных программ.

Ключевые слова: парниковые газы, низкоуглеродный город, городская среда, энергосберегающие технологии, возобновляемые источники энергии, общество, экономика природопользования.

FOREIGN AND DOMESTIC EXPERIENCE AND PROSPECTS OF LOW-CARBON CITIES

© *N.N. Yashalova, N.P. Krylova, E.N. Levashov* 2020

Cherepovets State University, Cherepovets, Russia

Current trends in the socio-ecological and economic development of cities prove convincingly the need to create economics with low carbon emissions, new technologies and high quality of environment. The low-carbon city model is part of the concepts of sustainable development and "green" economics. The projects of low-carbon development of municipalities are aimed at reducing carbon dioxide emissions, improving energy efficiency, reducing power intensity through the introduction of effective energy-saving technologies. At present, the projects of low-carbon cities occur not only in foreign, as well as in domestic practice. The aim of this article is the theoretical substantiation of the project "low-carbon city", as well as research and systematization of successful experience of domestic and foreign municipalities on the introduction of low-carbon technologies in the urban environment. The research was carried out on the basis of general scientific knowledge methods: comparison and description, systematization and logical cognitive comprehension, as well as analysis and synthesis. The article gives the interpretation of the project "low-carbon city" and presents its characteristic. Russian and foreign experience has been analysed, advantages and disadvantages have been identified, as well as prospects for low-carbon development of municipalities in the subjects of the Russian Federation have been determined. In conclusion of research, taking into account the international experience, the authors suggest the main directions for development of low-carbon cities in the regions, the most important of which is the introduction of energy-saving technologies at the municipal level. These measures allow more effectively to combine economic development of cities with environmental protection. The suggested approaches to the development of low-carbon cities can be used in the designing of comprehensive socio-economic municipal programmes.

Keywords: *greenhouse gases, low-carbon city, urban environment, energy saving technologies, renewable energy sources, society, nature management economics.*

Введение

В современном мире существует множество проблем, среди которых особое место в последние годы отводится глобальной угрозе изменения климата. Одной из причин глобального потепления является возросший уровень выбросов парниковых газов¹. Большую часть из них составляет двуокись углерода, возникающая в процессе сжигания органического топлива. Российская Федерация в 2019 г. приняла Парижское соглашение по климату² и в настоящее время разрабатывает национальную стратегию низкоуглеродного развития.

Глобальные экологические проблемы впервые были подняты на конференции ООН в 1972 г. в г. Стокгольм (Швеция). Это событие мирового масштаба заложило начало обсуждению вопросов взаимодействия экономики и экологии, а также сохранению благоприятной окружающей среды. В центре внимания в 1980-е гг. была поставлена проблема разрушения озонового слоя, в 1990-е гг. акцент сместился в

¹ Концентрация парниковых газов достигла рекордных уровней [Электронный ресурс]: <https://econet.ru/articles/kontsentratsiya-parnikovyyh-gazov-dostigla-rekordnyh-urovney> (дата обращения: 04.03.2020)

² Постановление Правительства РФ от 21.09.2019 г. № 1228 «О принятии Парижского соглашения» [Электронный ресурс]: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72661694/> (дата обращения: 04.03.2020)

сторону защиты окружающей среды, на современном этапе на первый план ставится развитие низкоуглеродной экономики [1].

Появление низкоуглеродных городов обусловлено запросами современного общества. Важной составляющей низкоуглеродного развития государства является повышение качества городской среды. В отчете Глобальной комиссии по экономике и климату значительное внимание уделяется воздействию городов на экологическую ситуацию и изменение климата. По оценкам к 2030 г. на долю крупнейших городов будет приходиться около половины мировых выбросов парниковых газов¹.

Таким образом, в настоящее время назрела острая потребность в реформах муниципалитетов и регионов относительно повышения их уровня устойчивости с точки зрения энергоэффективности и снижения углеродного следа.

Целью настоящей статьи является теоретическое обоснование проекта «низкоуглеродный город», а также изучение и систематизация успешного опыта отечественных и зарубежных муниципальных образований по внедрению низкоуглеродных технологий в городской среде.

Состояние изученности проблемы

Проблемы низкоуглеродного развития городов рассматриваются в работах отечественных и зарубежных ученых. Под низкоуглеродной экономикой понимается экономика, основанная на использовании возобновляемых источников энергии, снижении уровня выбросов углерода, что способствует улучшению экологической ситуации и повышению качества жизни населения.

Несмотря на то, что проблемы низкоуглеродной экономики находят отражение в трудах российских и зарубежных ученых, по-прежнему остаются актуальными вопросы по созданию и формированию инфраструктуры низкоуглеродных городов, а также условий успешного внедрения энергоэффективных проектов и технологий.

И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т.В. Майорова, А.И. Ячmeneва выделяют следующие инструменты для активизации перехода к низкоуглеродной экономике: административные (правила, порядок контроля, штрафные санкции); экономические (рыночные); информационные (экологическое образование, информирование и обучение) [2].

Л.Н. Медведева, К.Ю. Козенко, О.П. Комарова утверждают, что продвижение низкоуглеродных технологий в городской среде – одно из важнейших направлений её развития. Низкоуглеродный город должен включать [3]: зеленую энергетику; сохранение и восстановление городских земель; обезвреживание городских отходов; обеспечение муниципалитетов

¹ Better growth better climate. The new climate economy. The Global commission on the economy and climate report, 2014 [Электронный ресурс]: <http://2014.newclimateeconomy.report> (дата обращения: 04.03.2020)

зелеными насаждениями; устойчивое водоснабжение; экологический транспорт; использование производственных площадок; мониторинг окружающей среды. Создание низкоуглеродных городов обусловлено негативными процессами урбанизации, влияющими на ухудшение экологии и изменение климата в них. Эти последствия пытаются устранить путем создания низкоуглеродных городов. Заинтересованными сторонами внедрения низкоуглеродных технологий в муниципальных образованиях являются государство, общество и бизнес.

Н.Я. Крижановская и О.В. Смирнова утверждают, что низкоуглеродный город должен сохранять низкий уровень энергозатрат и выбросов углекислого газа в комбинации с развитием экономики города. По их мнению, низкоуглеродный город – это экономическая модель, основанная на энергосбережении, низком уровне загрязнения окружающей среды и выбросов углекислого и других парниковых газов. Энергосбережение в низкоуглеродных городах достигается путем использования энергии солнца, ветра, воды. Такой город независим от невозобновляемых источников энергии, предполагает использование дождевой воды, очистку и рециклинг стоков, опреснение морской воды [4, с. 50].

Развитие энергосберегающих технологий, использование возобновляемых источников энергии приведет к замещению традиционных энергоресурсов (нефть, уголь, газ) и будет способствовать решению проблем окружающей среды. Низкоуглеродные города – это самодостаточные города, которые сами вырабатывают энергию из возобновляемых источников энергии, таких как солнечный свет, геотермальная энергия, органические отходы и др. [4, с. 50].

Структура источников для выработки электроэнергии в мире представлена на рис. 1.

Таким образом, из представленных диаграмм прогнозируется, что структура источников выработки электроэнергии существенно изменится за сорок лет: произойдет значительный переход к возобновляемым источникам. В связи с этими изменениями Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ, Россия) оценивает максимально возможные уровни снижения выбросов парниковых газов до 49-53% от 1990 г. к 2050 г.

По сценариям развития Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС) и Высшей школы экономики (ВШЭ) прогнозируются возможности снижения парниковых газов до 16-20% от 1990 г. к 2050 г. (стратегия почти полной декарбонизации национальной экономики) [5].

Рис. 1. Структура источников для выработки электроэнергии в 2010 г. и планируемая в 2050 г., % [5]

По прогнозам наивысший уровень выбросов углекислого газа в Российской Федерации будет зафиксирован в 2030-2040 гг. В этот же период особенно актуальным станет использование низкоуглеродных технологий генерации электроэнергии и тепла. Таким образом, будут осуществляться меры, направленные на понижение уровня выбросов парниковых газов [6].

М.А. Вотинов предлагает следующее определение: «низкоуглеродный город – территориальный комплекс, пространственная среда жизнедеятельности с высокими эколого-эстетическими характеристиками, включающая взаимодействующие между собой природные и антропогенные компоненты, формирующиеся под воздействием деятельности человека для создания комфортной городской среды». Цель создания низкоуглеродных городов – формирование эколого-эстетической

инфраструктуры с использованием инновационных технологий и возобновляемых источников энергии, а также обеспечение высокого качества жизни населения [7, с. 58].

Однако на пути эффективной реализации проектов низкоуглеродной экономики наблюдаются препятствия. И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т.В. Майорова, А.И. Ячменева выделяют ряд факторов, препятствующих переходу к низкоуглеродной экономике: низкие цены на природные ресурсы и энергию из традиционных источников; высокие капитальные (первоначальные) затраты на внедрение низкоуглеродных технологий и длительные сроки их окупаемости; ориентация существующих моделей бизнеса на использование традиционных технологий; недостаток информации у заинтересованных лиц (инвесторов, предприятий, потребителей) о выгодах внедрения низкоуглеродных технологий [2].

С. Моллае, М. Амидпур, М. Шарифи разрабатывают концептуальную модель низкоуглеродного города, применяя анализ затрат жизненного цикла. Авторы изучают факторы, влияющие на увеличение выброса углерода в городскую среду, предлагают решение этой проблемы путем создания низкоуглеродных городских территорий для улучшения экологической ситуации [8].

Д. Капаррос-Мидвуд, Р. Давсон, С. Барр утверждают, что современные города сталкиваются с проблемами парниковых газов, расточительного потребления ресурсов, глобального потепления и др. Авторы разрабатывают стратегию развития города, принимая во внимание большое количество целевых экологических индикаторов [9].

М. Багхери, С.Ш. Делбари, М. Пакзадманеш, С.А. Кеннеди полагают, что генерация электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии является ключевым компонентом развития низкоуглеродных, устойчивых к изменению климата городов. Ученые разрабатывают системы электрификации города с использованием солнечной энергии, энергии ветра, биомассы и природного газа [10].

П. Хадфилд, Н. Цук рассматривают финансовые аспекты внедрения безуглеродных технологий в муниципалитетах и делают вывод, что основная роль в финансировании низкоуглеродного развития города отводится местным органам власти [11].

Л. Шен, И. Ву, Ц. Шау, В. Лу, К.В. Чау, Кс. Чен отмечают, что развитие низкоуглеродного города является глобальной стратегией по сокращению выбросов парниковых газов. Авторами рассматривается эволюция низкоуглеродного города с точки зрения характеристик процесса, т.е. превращение обычного города в низкоуглеродный город. Процессы эволюции анализируются путем установления взаимосвязи между экономическим развитием города и показателями выбросов парниковых газов. В процессе развития низкоуглеродного города рассматриваются следующие его составляющие и индикаторы: энергетическая

инфраструктура, показатели энергоемкости, объем промышленного производства, структура производства и численность населения [12].

Таким образом, анализ зарубежного и отечественного опыта в вопросе внедрения технологий проектов низкоуглеродных городов позволяет выделить основные области их применения – электроэнергетика, промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), транспорт.

Далее обозначим основные характеристики проекта низкоуглеродного города (табл. 1).

Методология исследования

Результаты и выводы исследования базируются на общенаучных методах и подходах, в частности системном и процессном, а также методах анализа и синтеза.

Таблица 1

Характеристики проекта низкоуглеродного города

Характеристика проекта	Содержание характеристики
Цель, задачи	Снижение выбросов углерода, использование возобновляемых источников энергии, повышение качества жизни городского населения, повышение энергоэффективности сфер городской инфраструктуры
Заинтересованные стороны	Население, местные органы власти, бизнес-структуры, государство
Сферы, компоненты городской инфраструктуры	Жилищно-коммунальное хозяйство (здания с низким электропотреблением), транспорт (альтернативные виды топлива), электроэнергетика (использование возобновляемых источников энергии), промышленность (применение низкоуглеродных технологий), городская среда (озеленение территорий)
Меры государственной поддержки	Налоговые льготы, государственные субсидии
Срок реализации	Средняя продолжительность реализации проекта – 15 лет, (исходя из опыта реализации зарубежных проектов)
Риски	Длительный срок окупаемости, высокие капитальные (первоначальные) затраты, недостаточная информированность населения о выгодах низкоуглеродных технологий
Выгоды	Улучшение экологической ситуации в городе, стране в целом, повышение качества жизни населения, уменьшение потребления электроэнергии, создание дополнительных озелененных территорий в городской среде, повышение продолжительности жизни населения

Источник: составлено авторами.

Теоретическую основу исследования составляют труды зарубежных и отечественных авторов, изучающих вопросы низкоуглеродной экономики, создания и развития низкоуглеродных городов. Эмпирическую базу исследования составляют официальные данные стратегий городского развития, данные научно-практических конференций по проблемам низкоуглеродной экономики.

Результаты исследования

Во многих зарубежных городах стран Европы, Америки, Азии имеется положительный опыт внедрения проектов низкоуглеродных технологий. Относительно российского опыта, можно отметить, что лишь немногие города вовлечены в проекты низкоуглеродной экономики в масштабном объеме. Рассмотрим далее особенности реализации успешных низкоуглеродных городских проектов в мире.

Известными проектами низкоуглеродных городов являются г. Масдар (Объединенные Арабские Эмираты), г. Шерфут (Англия), г. Хабари (Кувейт), города Донгтан, Турфан, Тяньцзинь (Китай).

Город Масдар в пустыне Абу-даби представляет собой оазис. Его планируют построить к 2025 г. на территории 6 км², на которой будет проживать порядка 50 тыс. жителей. В городскую инфраструктуру будут включены природные элементы, такие как озелененные территории и искусственные акватории. В черте города будет построена солнечная электростанция мощностью 40-60 МВт. На крышах зданий планируется разместить солнечные батареи, а по периметру города – ветрогенераторы [7].

В г. Тяньцзинь в Китае природная среда включена в структуру функциональных зон, оформленных в художественном образе. Такой низкоуглеродный город планируется возвести на территории 8 км² с населением 350 тыс. чел. Город Донгтан в Китае рассчитан на 500 тыс. чел., его строительство будет завершено к 2030 г. На территории муниципалитета будет внедряться экологически чистый транспорт на водородных топливных элементах, по периметру города будет построена сеть высокотехнологичных станций, которые будут очищать воздух и удалять выбросы углекислого газа [7].

Город Турфан в Китае планируется построить на площади 8,8 км². Сам населенный пункт будет обеспечиваться ветровой, геотермальной и солнечной энергией. Здания и сооружения города будут предназначены как для жилья, так и для выработки электричества из солнечной энергии [7].

В Германии разработана специальная программа «Научные исследования для устойчивого развития», финансируемая Федеральным министерством образования и научных исследований Германии. Она включает в себя три инициативы: «Зеленая экономика», «Город будущего», «Трансформация энергетической системы Германии». В рамках инициативы «Город будущего» рассматриваются вопросы городской

энергетики и ресурсоэффективности, адаптации к изменению климата, устойчивости к стихийным бедствиям [13].

Опыт российских городов в части внедрения низкоуглеродных технологий пока небольшой и, зачастую, имеет экспериментальный характер. К ним можно отнести такие города, как Москва, Казань, Красноярск, Калининград.

Стоит отметить, что в Республике Татарстан планируется к 2023 г. перевести 50% городского общественного транспорта на природный газ. В стратегии г. Москва «Умный город – 2030» разработаны смарт-стандарты предоставляемых городских услуг, уделяется особое внимание экологичности городских сервисов. В г. Казань в рамках проекта «Смарт Сити» идет выведение крупных промышленных предприятий за черту города, в реализации проекта есть финансовые сложности, но работа по привлечению инвесторов продолжается. В г. Красноярск реализуется проект низкоуглеродного города форума «Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество (АТЭС)», направленный на снижение энергоемкости в странах АТЭС к 2035 г. на 45%. В частности, в г. Красноярск совместно со специалистами из Японии идут работы по внедрению экологических городских технологий, особое внимание уделяется сфере ЖКХ и энергетике¹.

В Российской Федерации в качестве пилотных городов для реализации проекта «Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России», реализуемого при совместном участии Министерства транспорта РФ, Республики Татарстан и правительства Калининградской области выбраны города: Казань и Калининград. Проект направлен на поддержку развития низкоуглеродных транспортных средств, автомобилей гибридного типа, заряжаемых от бытовой электросети, электромобилей. Его реализация осуществляется в двух направлениях. Первое – совершенствование существующих приводов грузовых автомобилей, состоящее в разработке новых методов очистки выхлопных газов и совершенствование технических характеристик транспорта. Второе – разработка двигателей, работающих на альтернативных видах топлива – биотопливо, биометан, биоэтанол, природный газ, водородное топливо, биодизельное топливо, другие возобновляемые источники энергии. Переход транспорта на альтернативные виды топлива обуславливается как ограниченностью запасов нефти, так и экологическими требованиями [14].

Биогаз, образующийся на полигонах твердых бытовых отходов, обладает высоким энергетическим потенциалом и способствует сокращению выброса метана в атмосферу. Общеизвестно, что метан оказывает наибольшее влияние на парниковый эффект. Перспективы

¹ Проект низкоуглеродного Красноярска представят на КЭФ-2018 [Электронный ресурс]: <http://newslab.ru/news/806500> (дата обращения 04.03.2020).

энергетического использования твердых бытовых отходов для получения биогаза и последующего его применения для выработки тепловой и энергетической энергии изучаются в г. Екатеринбург [15].

В Белгородской области вариантом внедрения низкоуглеродных технологий являются биогазовые станции. Данный регион занимает лидирующие позиции в стране по поголовью свиней, птиц, крупного рогатого скота. В субъекте Федерации за год образуются миллионы тонн отходов, которые можно использовать как энергетический ресурс. Отходы животноводства представляют собой альтернативный источник энергии. В области действует две биогазовые станции, на которых перерабатываются животноводческие отходы. Кроме того, дополнительным эффектом является производство органического удобрения – эффлюента [16].

Многие страны в настоящее время сформулировали целевые показатели развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу [13, 17]:

- Европейский союз – использование ВИЭ до 20% от всего объема потребления энергии к 2020 г.;

- Бразилия – доля ВИЭ составляют 75% от выработки электричества к 2030 г.;

- Китай – использование ВИЭ до 15% от всего объема потребления энергии в 2020 г.;

- Индия – производство 20 ГВт солнечных батарей к 2022 г.;

- Германия – уменьшение потребления первичной энергии на 20% к 2020 г. по сравнению с 2008 г., а также увеличение доли ВИЭ в общем потреблении электроэнергии до 35% к 2020 г., 50% к 2030 г. и 80% к 2050 г.

Российская Федерация занимает лидирующие позиции в мире в области мировой энергетики. Официальные документы подтверждают важность и актуальность внедрения низкоуглеродных технологий на территории страны. В соответствующем Указе Президента РФ от 2013 г. о снижении уровня выбросов парниковых газов указывается на необходимость к 2020 г. сократить объем выбросов парниковых газов до уровня не более 75% от их объема в 1990 г.¹. В этой связи в стране разрабатываются меры по развитию и внедрению низкоуглеродных технологий.

Механизмы поддержки низкоуглеродных городов

В современном мировом положительном опыте реализации проектов низкоуглеродных городов существует ряд механизмов государственной поддержки использования ВИЭ, к ним относятся:

- компенсация в форме фиксированного тарифа или надбавки к цене на электроэнергию, вырабатываемую на основе ВИЭ;

¹ Указ Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 г. № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов» [Электронный ресурс]: <https://rg.ru/2013/10/04/eco-dok.html> (дата обращения 04.03.2020).

- квотирование производства электроэнергии на основе ВИЭ и штрафные санкции на неисполнение обязательств;
- льготное налогообложение.

Компенсация расходов в виде установления долгосрочного фиксированного тарифа на электроэнергию, выработанную на основе ВИЭ, является наиболее распространенным механизмом поддержки. Такие меры стимулирования используются в Австрии, Дании, Франции, Италии, Германии, Голландии, Греции, Испании, Индии, Бразилии, Чехии, Канаде и других странах.

Система квотирования на производство или потребление энергии на основе ВИЭ действует в Бельгии, Швеции, Великобритании, Японии. Производство (потребление) определенного количества энергии на основе ВИЭ подтверждается «зелеными» сертификатами (свидетельство или запись в электронном регистре).

Инструменты налоговых льгот (инвестиционный налоговый кредит) и государственного субсидирования широко распространены в США [17].

В Голландии около 80% от общего объема электроэнергии производится на основе ВИЭ, в Великобритании – 75%, во Франции – 76%, в Дании – 35%. В Швеции и Швейцарии традиционно высокая доля ядерной энергетики. Несколько стран при реализации энергетической политики отказываются от атомной энергетики, заменяя её новыми источниками с низким выбросом углерода. Типичные примеры стран, придерживающиеся такой политики, – Япония, Канада, США, Германия.

В Скандинавских странах широко распространено использование энергии геотермальных вод. В Финляндии, Швеции, Эстонии геотермальными системами обогрева жилых помещений оборудованы многие городские дома. В Исландии на геотермальные электростанции приходится 24% всей вырабатываемой электроэнергии, а на невозобновляемые источники энергии – только 5%. По прогнозам ожидается, что к 2035 г. на основе возобновляемых источников энергии в мире будет производиться треть совокупного объема электроэнергии [17].

Таким образом, в последнее десятилетие возобновляемые источники энергии являются ключевым компонентом энергетической политики многих стран мира, имеющих целью развитие низкоуглеродной экономики и сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу городской среды.

Для 80 стран с 2010 г. составляется глобальный рейтинг перехода к «зеленой» экономике (табл. 2).

Рейтинг восприятия формируется на основе опроса ключевых респондентов касательно оценки национальных показателей «зеленой» экономики по четырем блокам: лидерство и изменение климата, эффективность секторов экономики, рынки и инвестиции и окружающая среда. Рейтинг исполнения составляется на базе 32 показателей, характеризующих реальные позиции стран по этим четырем блокам.

Таблица 2

Позиции некоторых стран в глобальном рейтинге «зеленой» экономики

Страна	Позиция страны в рейтинге восприятия	Баллы рейтинга восприятия	Позиция страны в рейтинге исполнения	Баллы рейтинга исполнения
Германия	1	97,94	5	66,01
США	2	94,7	30	51,53
Дания	3	93,84	9	61,84
Швеция	4	93,65	1	77,61
Норвегия	5	88,95	2	69,11
Финляндия	10	74,47	3	67,83
Южная Африка	20	53,18	59	42,86
Чили	30	41,31	32	51,11
Филиппины	40	35,13	27	52,6
Иордания	50	32,72	60	42,59
Россия	51	32,59	74	38,08
Мозамбик	60	31,28	49	47,14
Эстония	70	30,17	76	37,14
Кипр	80	28,5	63	41,99

Источник: [16, с. 138].

Необходимо отметить, что в этом рейтинге лидирующие позиции занимают не только развитые страны. Так, к примеру, такие развивающиеся страны как Бразилия и Коста-Рика занимают 10 и 11 места в рейтинге исполнения. А некоторые развитые страны занимают в рейтинге исполнения низкие места (США – 30 место, Китай – 64 место). Аутсайдерами рейтинга также являются страны, ориентированные на экспорт ископаемого сырья: Саудовская Аравия, Кувейт, Российская Федерация и др. Также необходимо отметить, что у некоторых стран имеется большой разрыв между позициями в рейтингах восприятия и исполнения [16, с. 138].

Рассмотрим показатели генерации электроэнергии и выбросов углекислого газа согласно прогнозу развития энергетики мира и Российской Федерации до 2040 г. (табл. 3).

В целом, в мире прогнозируется увеличение выбросов углекислого газа за счет увеличения выбросов в странах Африки, Южной и Центральной Америки, развивающихся странах Азии, странах СНГ. Уменьшение выбросов прогнозируется в Европе, Северной Америке. Данная тенденция характеризует уровень развития низкоуглеродных технологий: в регионах с более развитыми технологиями происходит снижение выбросов углекислого газа.

Динамика показателей генерации электроэнергии на основе ВИЭ представлена на рис. 2.

Из графика видно, что по всем рассматриваемым регионам показатели генерации энергии на основе ВИЭ увеличиваются. Наибольший рост прогнозируется в Европе, Северной Америке. Показатели к 2040 г. по сравнению с 2010 г. увеличатся более чем в два раза. Также необходимо отметить увеличение использования ВИЭ в странах Африки. Согласно прогнозу к 2040 г. Африка превзойдет страны СНГ по генерации электроэнергии из ВИЭ. В целом можно отметить тенденцию к увеличению производства электроэнергии из возобновляемых источников.

Таблица 3

Выбросы углекислого газа по регионам мира (млн. т.)

Страна мира	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.
Мир в целом	30841	33396	35644	37529	38972	40226	41347
Северная Америка	6359	6293	6390	6433	6397	6327	6177
Европа	4308	4079	4001	3947	3804	3688	3558
Страны СНГ	2477	2581	2694	2771	2837	2892	2977
Развивающиеся страны Азии	11483	13872	15694	17130	18346	19422	20432
Южная и Центральная Америка	1176	1258	1347	1472	1575	1684	1786
Африка	1053	1155	1275	1407	1551	1704	1866

Источник: [18].

Рис. 2. Динамика показателей генерации электроэнергии на основе ВИЭ, ТВт*ч [18]

Обобщая мировой и отечественный опыт, выделим основные характеристики городских проектов по энергоэффективности в различных странах (табл. 4).

Таблица 4

Характеристики проектов энергоэффективности в различных странах

Страна	Государственный орган, контролирующий внедрение проектов энергоэффективности	Основной закон, направленный на реализацию проектов энергоэффективности	Государственные механизмы поддержки реализации проектов энергоэффективности	Цели проектов энергоэффективности
1	2	3	4	5
Россия	Департамент энергоэффективности РФ, Российское энергетическое агентство	Энергетическая стратегия на период до 2030 г.	Освобождение от налога на имущество в отношении объектов, имеющих высокую энергетическую эффективность (п. 21 ст. 381 НК РФ); выделение субсидий регионам на софинансирование мероприятий по энергосбережению	Снижение энергоемкости ВВП на 40% к 2020 г. по сравнению с 2007 г.; экономия энергии в объеме около 1000 млн. т.у.т
США	Министерство энергетики США	Закон «Об энергетической политике», 2005 г.	Льготные тарифы для оплаты электроэнергии для энергоэффективных зданий; государственные субсидии от 50 до 200 млн. долл. при покупке более энергоэффективной техники	Снижение выбросов парниковых газов на 83% к 2050 г.
Япония	Японский центр энергосбережения	Закон «Об экономии энергии», 1979 г.	Налоговый кредит в размере 7% от стоимости энергосберегающего оборудования; налоговый вычет до 30% от стоимости энергосберегающего оборудования; поддержка проектов по рациональному использованию энергии в различных сферах	Увеличение уровня самообеспечения энергией до 70%

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5
Китай	Государственная энергетическая комиссия КНР	Закон «О со- действии реге- неративной экономики», 2009 г.	Налоговые льго- ты при исполь- зовании энерго- сберегающего оборудования	Диверсификация источников полу- чения энергии, расширение энер- гетического со- трудничества, вне- дрение электромо- билей, модерниза- ция угольных элек- тростанций, сни- жение выбросов парниковых газов
Казах- стан	Комитет по госу- дарственному энергетическому надзору	Закон «Об энергосбереже- нии и повыше- нии энергоэф- фективности», 2012 г.	Налоговые льго- ты	Достаточность и доступность пер- вичной энергии для потребностей экономики; нали- чие необходимого оборудования по преобразованию первичной энергии в другие виды энергии; снижение выбросов углекис- лого газа
Бела- русь	Республиканский орган государст- венного управ- ления в сфере энергосбереже- ния	Закон «Об энергосбереже- нии» от 08.01.2015 г., Государствен- ная программа «Энергосбере- жение 2016- 2020»	Налоговые льго- ты, «зеленые» тарифы для ВИЭ	Снижение энерго- емкости ВВП к 2021 г. не менее чем на 2% к уров- ню 2015 г.
Арме- ния	Министерство энергетики и природных ре- сурсов	Концепция на- циональной энергетической безопасности, 2014 г.	Льготные тари- фы, государст- венное стимули- рование ВИЭ	Максимальное ис- пользование ВИЭ в 2015 – 2050 гг., уменьшить выбро- сы CO ₂ до 633 млн. т (5,4 т на душу населения в год); в 2030 г. увели- чить площадь ле- сов до 20% терри- тории

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5
Индия	Комитет по энергетической эффективности Индии	Национальный план действий по эффективному использованию энергии и защиты окружающей среды	Проведение государством информационных компаний	Снижение углеродной интенсивности; повышение энергетической эффективности на 20%
Страны Западной Европы	Энергетические агентства	Европейская стратегия «Европа - 2020», Директива ЕС по увеличению доли использования возобновляемых источников энергии	Налоговые льготы; льготный тариф на электроэнергию, произведенную на основе возобновляемых источников	Сеть «умных» счетчиков; снижение выбросов парниковых газов на 40%; строительство низкоуглеродных зданий; внедрение системы энергетических паспортов для зданий; 20% энергопотребления обеспечивается за счет возобновляемых источников; снижение потребления первичных энергоресурсов на 20%

Источник: составлено на основе [19, 20, 21, 22].

Таким образом, общими характеристиками городских проектов по энергосбережению в различных странах является наличие государственного органа и законодательной базы, регулирующей эту сферу. Среди государственных механизмов поддержки наиболее распространены налоговые льготы, основная цель внедрения подобных проектов – снижение выбросов парниковых газов.

На основе анализа зарубежного и отечественного опыта реализации проектов низкоуглеродных городов можно выделить их общие характеристики:

- активное развитие общественного транспорта, работающего на альтернативных источниках энергии;
- государственная поддержка использования возобновляемых источников энергии;
- создание разнообразных городских зон, парков, озелененных территорий для отдыха и занятий спортом;

- постоянный мониторинг и контроль уровня выбросов углекислого газа;
- полный цикл переработки мусора и отходов;
- сотрудничество бизнес-структур и государственных органов в целях поддержки и развития проектов по низкоуглеродной экономике;
- активное внедрение низкоуглеродных технологий в сферу жилищно-коммунального хозяйства, строительство зданий;
- постоянное вовлечение жителей города в проекты низкоуглеродной жизнедеятельности.

Выводы

Проведенный анализ подтверждает актуальность развития проектов низкоуглеродных городов в мире. В рамках исследования обоснована необходимость развития низкоуглеродных проектов в городской среде, систематизированы теоретические подходы к определению проекта низкоуглеродного города, трактуется само понятие проекта низкоуглеродного города, анализируется успешный опыт ряда зарубежных и российских городов по внедрению низкоуглеродных технологий, описано содержание, компоненты, характеристики проекта низкоуглеродного города. Необходимо отметить, что в отечественных и зарубежных городах одной из приоритетных стратегических задач является улучшение экологической городской среды, повышение энергоэффективности в сфере ЖКХ, электроэнергетики, транспорта и промышленности, строительство зданий с низким уровнем энергопотребления.

Отечественный опыт внедрения низкоуглеродных городов только начинает формироваться и, в основном, носит экспериментальный характер. Однако все больше городов Российской Федерации вовлекаются в проекты низкоуглеродной экономики. Внедрение подобных технологий в городской среде требует значительных первоначальных инвестиций, а также поддержки на государственном уровне.

Литература

1. Абдрахимов В.З., Измайлов А.М. Проблемы перехода на «зеленую» экономику // Вестник молодых ученых Самарского государственного экономического университета. – 2018. – № 2 (38). – С. 6-10.
2. Белик И.С., Стародубец Н.В., Майорова Т.В., Ячменева А.И. Механизмы реализации концепции низкоуглеродного развития экономики: монография. – Уфа: Омега Сайнс, 2016. – 119 с.
3. Медведева Л.Н., Козенко К.Ю., Комарова О.П. Перспективы средних городов в развитии зеленой экономики // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4 (40). – С. 214-221.
4. Крижановская Н.Я., Смирнова О.В. Анализ практического опыта формирования низкоуглеродных городов с системой зданий экоминиструктур // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. – 2016. – № 9 (222). – С. 49-55.

5. Сафонов Г.В., Стеценко А.В., Дорина А.Л., Авалиани С.Л., Сафонова Ю.А., Беседовская Д.С. Стратегия низкоуглеродного развития России: Возможности и выгоды замещения ископаемого топлива «зелеными» источниками энергии. – М.: ТЕИС, 2016. – 48 с.
6. Башмакова И.А. Затраты и выгоды низкоуглеродной экономики и трансформации общества в России. Перспективы до и после 2050 г. – М.: ЦЭНЭФ, 2014. – 178 с.
7. Вотинов М.А. Низкоуглеродные города как объекты гуманизации городской среды // Научный вестник строительства. – 2014. – № 4 (78). – С. 53-58.
8. Mollaei S., Amidpour M., Sharfi M. Analysis and development of conceptual model of low-carbon city with a sustainable approach // International journal of environmental science and technology. – 2019. – Vol.16. Issue 10. – P. 6019-6028. DOI: 10.1007/s13762-018-1989-z.
9. Caparros-Midwood D., Dawson R., Barr S. Low carbon, low risk, low density: resolving choices about sustainable development in cities // Cities. – 2019. – Vol. 89. – P. 252-267. DOI: 10.1016/j.cities.2019.02.018.
10. Bagheri M., Delbari S.H., Pakzadmanesh M., Kennedy C.A. City-integrated renewable energy design for low-carbon and climate-resilient communities // Applied energy. – 2019. – Vol. 239. – P. 1212-1225. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.02.031.
11. Hadfield P., Cook N. Financing the Low-Carbon City: Can Local Government Leverage Public Finance to Facilitate Equitable Decarbonisation? // Urban policy and research. – 2019. – Vol. 37. – P. 13-29. DOI: 10.1080/08111146.2017.1421532.
12. Shen L., Wu Y., Shuai C., Lu W., Chau K.W., Chen X. Analysis on the evolution of low carbon city from process characteristic perspective // Journal of cleaner production. – 2018. – Vol. 187. – P. 348-360. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.190.
13. Никулина С.И. Механизм господдержки ресурсоэффективной низкоуглеродной экономики в Германии // Экономика: вчера, сегодня завтра. – 2017. – Т. 7. № 6А. – С. 139-150.
14. Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Габсалихова Л.М. Применение низкоуглеродных видов транспорта: возможности и перспективы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 135.
15. Белик И.С., Стародубец Н.В., Ячmeneва А.И. Энергетический подход к измерению ассимиляционного потенциала региона // Экономика региона. – 2017. – Т. 13. № 4. – С. 1211-1220.
16. Пакина А.А., Горбанёв В.А. Перспективы зелёной экономики как новой парадигмы развития // Вестник МГИМО университета. – 2019. – Т. 12. № 5. – С. 134-155.
17. Капитонов И.А. Практика развития низкоуглеродной экономики за рубежом // Энергия: экономика, техника, экология. – 2017. – № 12. – С. 62-68.
18. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года. – М.: ИНЭИ РАН, 2014. – 170 с.
19. Буренина И.В., Батталова А.А., Гамилова Д.А., Алексеева С.В. Мировая практика управления энергоэффективностью // Интернет-журнал науковедение. – 2014. – № 3 (22). – С. 9.
20. Мотосова Е.А., Потравный И.М. Плюсы и минусы введения углеродного налога: зарубежный опыт и позиция России по Киотскому протоколу // ЭКО. – 2014. – № 7 (481). – С. 180-189.
21. Брылкина А.В., Мотосова Е.А. Обеспечение экологически ориентированного роста экономики на основе стимулирования внедрения экологических инноваций // Экономика природопользования. – 2014. – № 6. – С. 4-19.

22. Брылкина А.В., Мотосова Е.А. Финансово-экономические инструменты стимулирования внедрения экологических инноваций // Горизонты экономики. – 2014. – № 6 (18). – С. 35-38.

Поступила в редакцию

05.04.2020

Яшалова Наталья Николаевна – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и управления, Череповецкий государственный университет, г. Череповец, Россия.

Yashalova Natalia N. – Doctor of Economics Sciences, Professor, Head of Economics and Management Department, Cherepovets State University, Cherepovets, Russia.

Крылова Наталья Павловна – доцент кафедры экономики и управления, Череповецкий государственный университет, г. Череповец, Россия.

Krylova Natalya P. – Associate Professor of Economics and Management Department, Cherepovets State University, Cherepovets, Russia.

Левашов Евгений Николаевич – старший преподаватель кафедры экономики и управления, Череповецкий государственный университет, г. Череповец, Россия.

Levashov Evgeny N. – Senior Lecturer of Economics and Management Department, Cherepovets State University, Cherepovets, Russia.

Россия, 162600, г. Череповец, пр. Луначарского, 5
5, Lunacharskogo avenue, Cherepovets, 162600, Russia
e-mail: natalij2005@mail.ru
e-mail: levashov_evgenii@mail.ru