

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 502.335/913

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-4-57-69

ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В КИТАЕ

Лукьянов Л. Е.

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация*

Аннотация.

Цель. Выявить взаимосвязь экономического развития и экологической обстановки в Китае.

Процедура и методы. Проведён анализ данных статистики по выбросам приоритетных загрязняющих веществ, углекислого газа и ВВП Китая. На основании этих показателей построены экологические кривые Кузнеца и графики, отражающие эффект декарпинга. Дана интерпретация полученных результатов.

Результаты. Выявлено улучшение экологической ситуации, снижение объёмов выбросов диоксида серы и оксидов азота в условиях непрерывного роста экономики. Отмечен эффект абсолютного декарпинга для диоксида серы и относительного декарпинга для оксидов азота и парникового газа CO₂. Определены институциональные причины улучшения экологической ситуации по выбросам в атмосферу.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования позволяют оценить процесс перехода к модели «зелёной» экономики в Китае для определения факторов ускорения этого процесса.

Ключевые слова: Китай, аэротехногенные загрязнители, экологическая кривая Кузнеца, декарпинг, экономика

ANALYSIS TOOLS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC DEVELOPMENT AND THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN CHINA

L. Lukianov

Lomonosov Moscow State University

1 Leninskie Gory, 119991 Moscow, Russian Federation

Abstract.

Aim. The purpose is to reveal the relationship between the economic development and environmental situation in China.

Methodology. The research provides an analysis of statistical data on the principle pollutants, CO₂ emissions and China's GDP. Environmental Kuznets curves based on these indicators are suggested for revealing the relationship between the economic growth and environmental degradation. These curves show that the economic development initially leads to environmental deterioration, but after a certain level of economic growth, the level of environmental degradation reduces. Decoupling effect graphs that show how the economic growth decouples from environmental degradation are suggested. The obtained results are interpreted.

Results. The improvement of the environmental situation, expressed by decreasing emissions of sulphur dioxide and nitrogen oxides, but accompanied by a continuous economic growth, is revealed. Relative decoupling for NO_x and CO₂ and absolute decoupling for SO₂ in China is noted. Institutional factors for environmental situation improvement are identified for air emissions.

Research implications. The results enable to evaluate the process of transit to the green economy model in China for detection of its accelerating factors.

Keywords: China, pollutant emissions, environmental Kuznets curve, decoupling effect, economy

Введение

Воздействие человека на биосферу в XX–XXI вв. приобрело глобальный характер, причём масштабы этого воздействия продолжают возрастать. Зачастую экономику называют главным виновником экологической деградации – большую часть XX в., параллельно с ростом численности населения и увеличением темпов экономического роста, множились и усугублялись экологические проблемы.

После конференции по окружающей среде «Рио+20» экологическая составляющая учитывается при оценке эффективности хозяйства и качества жизни в той или иной стране или регионе. Экологические параметры окружающей среды стали одним из

ресурсов социально-экономического развития экономически развитых стран. Экологизация стала одним из значимых стимулов трансформации мировой экономики в последние десятилетия: началось развитие «зелёной» экономики¹. Под этим термином следует понимать процесс экологического оздоровления хозяйства и жизни людей при наличии социального заказа на это оздоровление, а также финансовых, научно-технических и прочих возможностей для его удовлетворения.

При переходе к постиндустриальной модели экономики в третичном секторе сформировались отрасли, ко-

¹ About green economy. URL: <http://www.unep.org/> (дата обращения: 19.11.2020).

которые особенно нуждаются в благоприятной экологической обстановке – туризм, образование, электроника, нанотехнологии и т. д. Во многом их интересы заставляют проводить экологическую санацию и модернизацию пространства в отраслях первичного и вторичного секторов. Однако это происходит не везде.

Если в развитых странах процессы экологизации в условиях рынка усиливаются в результате целенаправленной экополитики и приводят к решению (полному или частичному) многих экологических проблем, то в странах Полупериферии экофобные экономические процессы всё ещё преобладают над экофильными [4; 5].

Построение экологической кривой Кузнеця и графика развития эффекта декарпинга – признанные инструменты выявления взаимосвязи развития экономики в той или иной стране и состояния окружающей среды. Мы воспользовались этими инструментами эколого-экономического анализа для изучения ситуации в Китае, что и явилось целью настоящего исследования.

Характеристика эколого-экономической обстановки территории исследования

Одной из крупнейших развивающихся стран в настоящее время является Китай. Доля Китая в мировом ВВП возросла с 3,6% в 2000 г. до 16,5% в 2018 г. Однако из-за быстрой индустриализации и урбанизации страна в течение последних десятилетий нарастила объёмы выбросов аэротехногенных загрязнителей и стала крупнейшим загрязнителем на планете, производящим ежегодно до 35% от всего объёма выбросов загрязняющих

веществ в атмосферу (рис. 1). В 1970 г. экологический след Китая сравнялся с экологической ёмкостью территории этой страны, а в 2008 г. экологический след вдвое её превысил, т.е. нагрузка на геосистемы существенно превзошла их возможности в восстановлении¹. Темпы роста экономики по-прежнему очень высоки, однако ухудшение экологической обстановки в стране снижает эффект от полученных достижений – они отрицательно сказываются на здоровье населения. Ввиду огромной территории и массового производственного сектора страны экологические проблемы Китая не останутся внутригосударственной проблемой, а затронут и остальной мир [7].

Параллельно с ухудшением экологической ситуации в стране наблюдается повышение уровня жизни населения, распространение информационных технологий, что способствует становлению многомиллионного среднего класса. Душевой уровень ВВП Китая с 1978 по 2018 гг. вырос почти в 170 раз (с 56 до 9500 долл.). За этот же период уровень бедности населения упал с 98% до 2% (рис. 2). По мере роста доходов и удовлетворения материальных потребностей представители среднего класса в своих запросах придают всё большее значение качеству среды обитания, рождая «спрос на экологию».

Таким образом, существующая ныне модель развития китайской экономики исторически сложилась как техногенная, неизбежно разрушающая природу. Для разрешения противо-

¹ Экологический след субъектов Российской Федерации. URL: https://wwf.ru/upload/iblock/07a/wwf_footprint_net.pdf (дата обращения 10.09.2020).

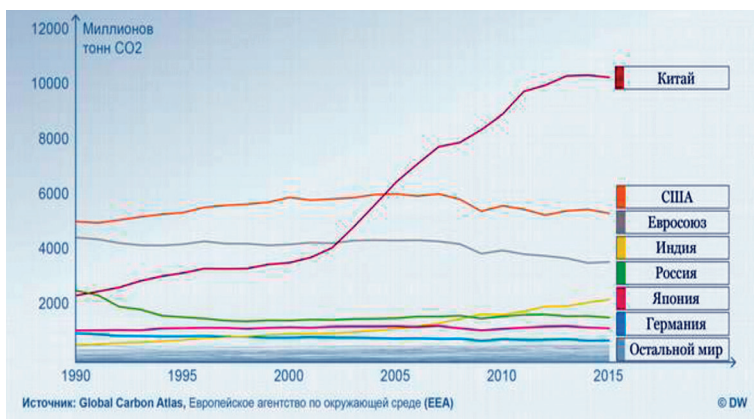


Рис. 1 / Fig. 1. Глобальные выбросы CO₂ в 1990–2015 гг. /
Global CO₂ emissions in 1990–2015.

Источник: Global Carbon Atlas. URL: <http://www.globalcarbonatlas.org> (дата обращения: 05.09.2020).

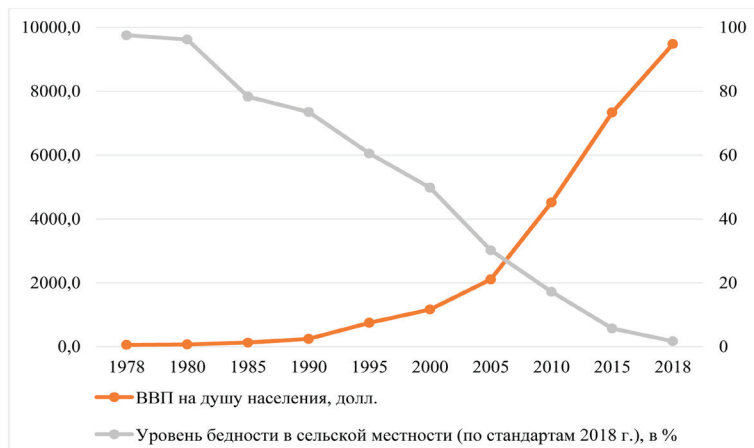


Рис. 2 / Fig. 2. Динамика изменения душевого ВВП и уровня бедности населения в КНР, 1978–2018 гг. / Evolution of per capita GDP and population poverty in China in 1978–2018.

Источник: Составлено автором по данным China Statistical Yearbook. URL: <http://www.stats.gov.cn/> (дата обращения: 15.10.2019).

речий между экономикой и природой важнейшее значение имеет формирование нового устойчивого «зелёного» типа экономического развития. В рамках этого типа экономики все реализуемые социально-экономические проекты должны предусматривать решение экологических проблем, а экологические проекты – обеспечивать позитивный социально-экономический эффект.

Успешность осуществления модели «зелёной» экономики требует объективных оценок. К настоящему времени существует, по крайней мере, два универсальных метода: расчёт Экологической кривой Кузнеця и декарпинга.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили данные Статистических

ежегодников КНР за период 2000–2018 гг.¹, а также методические разработки по экологической экономике, включая работы Н. С. Бобылёва и О. В. Кудрявцевой о связи между экономическим ростом и уровнем загрязнения окружающей среды, А. А. Башировой и Н. Н. Яшаловой по анализу проявления эффекта декаплинга.

Эколого-экономические методы исследования

Экологическая кривая Кузнеця

Взаимосвязь экономического роста и уровня загрязнения окружающей среды описывает экологическая кривая Кузнеця (далее – ЭКК), выявляющая следующую зависимость: при росте дохода на душу населения уровень деградации окружающей среды сначала растёт, а затем – по мере достижения определённого уровня благосостояния – начинает снижаться [9; 10; 11; 13].

В нашем исследовании для построения ЭКК были выбраны показатели, характеризующие состояние воздушной среды, как надёжного маркера антропогенного влияния на окружающую среду Китая: диоксид серы (SO_2) и оксиды азота (NO_x), а также парниковый газ – диоксид углерода (CO_2), подлежащий контролю в соответствии с международными обязательствами Китая. Динамика объёмов выбросов для диоксида серы и оксидов азота рассматривается за период 2000–2017 гг., для диоксида углерода – за 1978–2016 гг., что обусловлено доступностью информации.

Эффект декаплинга

Показателем формирования «зелёной» экономики является проявление эффекта декаплинга. Этот показатель определяется как рассогласование связи между «нарушением» окружающей среды и экономическим ростом, которое может выражаться в увеличении эффективности использования ресурсов или росте экологической эффективности. Декаплинг позволяет установить зависимость между изменением показателей антропогенного давления на окружающую среду и показателями экономического роста. [1; 6]

Для выявления эффекта декаплинга в регионе/стране используют два показателя: показатель движущей силы экономики и показатель давления на окружающую среду. Показателем движущей силы экономики является показатель ВВП/ВРП, показателями давления на окружающую среду часто выступают объёмы сброса загрязнённых сточных вод в водные объекты и на рельеф; объёмы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха; объёмы отходов производства и потребления. Для выявления декаплинга используют темпы изменения этих показателей.

Выделяют два типа декаплинга. Относительный декаплинг означает, что темпы роста используемых ресурсов или воздействия на окружающую среду становятся ниже темпов экономического роста, что приводит к повышению эффективности использования ресурсов. Абсолютный декаплинг подразумевает рост объёмов ВВП при снижении объёмов использования природных ресурсов и темпов загрязнения окружающей среды. В против-

¹ China Statistical Yearbook. URL: <http://www.stats.gov.cn/> (дата обращения: 15.10.2019).

ной ситуации эффект декаплинга не наблюдается [8].

Предлагается определять эффект декаплинга с помощью построения кривых и расчёта коэффициента корреляции Пирсона r между валовым внутренним (региональным) продуктом и выбросами приоритетных загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Если при экономическом росте показатели воздействия на окружающую среду снижаются или остаются неизменными, то наблюдается эффект декаплинга.

По результатам значений коэффициентов корреляции Пирсона устанавливается теснота связи между показателями и даётся качественная характеристика силы связи (шкала Чеддока). Если полученное значение r положительно, то эффект декаплинга отсутствует – экономический рост влечёт за собой ухудшение экологических показателей. При отрицательном значении r наблюдается рассогласование экономических и экологических показателей [2; 3].

Результаты исследования

Отражение динамики выбросов аэротехногенных загрязнителей и диоксида углерода в ЭКК

Диоксид серы (SO_2). Объёмы ежегодных выбросов диоксида серы в Китае постепенно увеличивались в абсолютных показателях и достигли максимального значения в 26 млн т. в 2006 г., после чего последовал медленный спад вплоть до 8,8 млн т. в 2017 г. Причина такого спада заключается в модернизации угольных электростанций Китая, проводимой в рамках 11-го пятилетнего плана (2006–2010 гг.), а также связано с расширением использования возобновляемых

источников энергии. Для борьбы с выбросами SO_2 на электростанциях широко внедрялась высокоэффективная технология десульфуризации дымовых газов (Flue Gas Desulfurization System; FGD). К 2010 г. около 85% всех электростанций были оснащены этой технологией. Вследствие этого в структуре выбросов SO_2 в период с 1995 по 2017 гг. доля электроэнергетики сократилась с 26% до 17%. Доля домохозяйств, напротив, увеличилась с 17% до 23%, но в абсолютных показателях снизилась за счёт газификации сельских поселений и, как следствие, отказа населения от сжигания угля с высоким содержанием серы и золы [14].

Построенная нами ЭКК имеет стандартную перевёрнутую U-образную форму (рис. 3). Точка перегиба, наблюдаемая в 2006 г., соответствует среднему душевому доходу 2360 долл. и 20 кг/чел. выбросов диоксида серы в атмосферу. В 2015 г. наблюдается резкое снижение объёмов выбросов в связи с созданием Китаем собственных, существенно более дешёвых технологий по десульфуризации выбросов ТЭС.

Оксиды азота (NO_x). По мере снижения объёмов выбросов SO_2 объёмы выбросов оксидов азота продолжали увеличиваться. Поэтому после процесса «десульфуризации» экономики, проведённого во время одиннадцатой пятилетки, китайское правительство поставило в число основных задач следующей, 12-й пятилетки (2011–2015 гг.) её денитрификацию.

В абсолютных показателях объёмы ежегодных выбросов оксидов азота увеличивались с 12,3 млн т. в 2000 г. до 26,1 млн т. в 2010 г. Затем это значение стало быстро снижаться и в 2016 г. достигло показателя 2000 г. (12,6 млн т.).

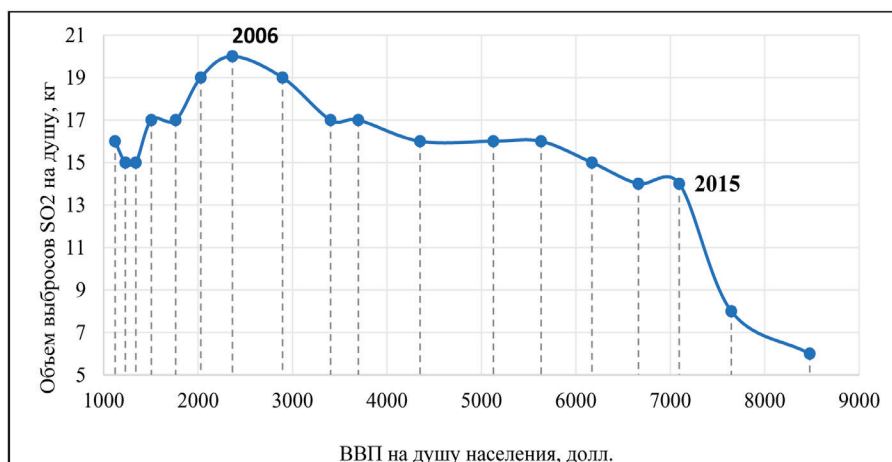


Рис. 3 / Fig. 3. Экологическая кривая Кузнец для выбросов SO_2 на душу в зависимости от объёма ВВП на душу населения в Китае за 2000–2017 гг. / Environmental Kuznets curve for SO_2 emissions and per capita GPD in China in 2000–2017.

Источник: Составлено автором по данным China Statistical Yearbook. URL: <http://www.stats.gov.cn/>

В 1995–2010 гг. электростанции, промышленность и транспорт суммарно давали около 90% от общего количества выбросов NO_x . За этот период сильнее всего сократилась доля выбросов на электростанциях (с 35% до 28%), что объясняется внедрением в масштабах всей страны технологий сжигания с низким уровнем выбросов NO_x и денитрификации дымовых газов. Доля выбросов NO_x в транспортном секторе также показала тенденцию к сокращению (с 28% в 2001 г. до 25% в 2010 г.) вследствие введения с 2000 г. стандартов выбросов для новых транспортных средств, соответствующих европейским стандартам. На фоне снижения доли выбросов электростанций и транспорта быстро выросла доля промышленности (с 24% в 2002 г. до 34% в 2010 г.). По состоянию на 2017 г. доля электростанций в объёмах выбросов составляет 19%, транспорта – 35%, промышленности – 42% [12].

Кривая также имеет стандартную, почти идеальную, перевёрнутую

U-образную форму (рис. 4). Точка перегиба, наблюдаемая в 2010 г., соответствует среднему доходу 4350 долл. и 19 кг/чел. выбросов оксида азота в атмосферу. Расположение точки перегиба на уровне 2010 г. связано с внедрением на электростанциях Китая технологий денитрификации дымовых газов, включавшую избирательную каталитическую и некаталитическую нейтрализацию (SCR/SNCR соответственно); до её внедрения единственной технологией контроля содержания NO_x на электростанциях была лишь технология сжигания с низким уровнем выбросов (Low NO_x Burner; LNB). С 2013 г. снижение стало ещё более быстрым из-за введения пятилетнего Плана по улучшению качества воздуха (Clear Air Action Plan 2013–2017), во время реализации которого началась модернизация промышленности, в частности химической¹.

¹ Пекин обнародовал план борьбы за чистый воздух. URL: <https://visitchina.ru/news/economy/14981/> (дата обращения: 13.05.2020).

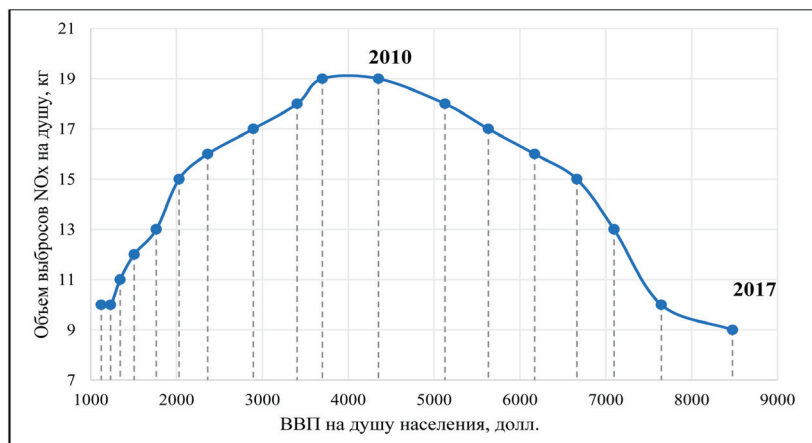


Рис. 4 / Fig. 4. Экологическая кривая Кузнеца для выбросов NO_x на душу в зависимости от объёма ВВП на душу населения в Китае за 2000–2017 гг. / Environmental Kuznets curve for NO_x emissions and per capita GPD in China in 2000–2017. Источник: Составлено автором по данным China Statistical Yearbook. URL: <http://www.stats.gov.cn/>

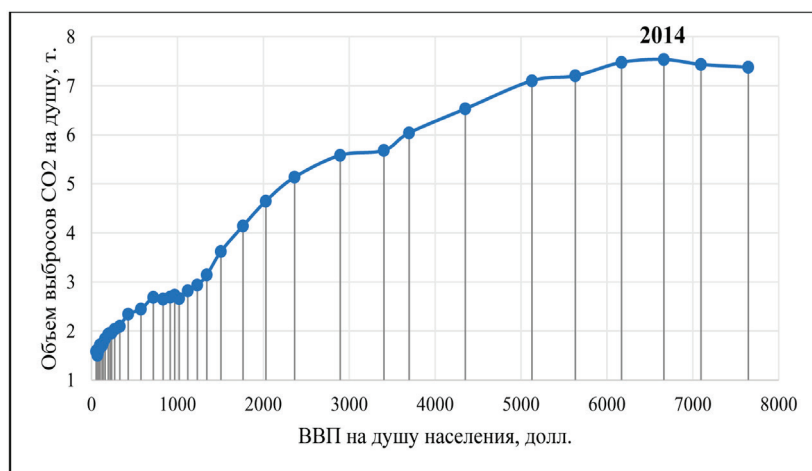


Рис. 5 / Fig. 5. Экологическая кривая Кузнеца для выбросов CO_2 на душу в зависимости от объёма ВВП на душу населения в Китае за 1978–2016 гг. / Environmental Kuznets curve for CO_2 emissions and per capita GPD in China in 1978–2016. Источник: Составлено автором по данным China Statistical Yearbook. URL: <http://www.stats.gov.cn/>

Диоксид углерода (CO_2). С 1978 г. объёмы выбросов (1,5 млрд т.) увеличивались медленно и удвоились в объёме лишь к 2000 г. (3,5 млрд т.), после чего последовал быстрый рост, и в 2014 г. объёмы выбросов составили 10,5 млрд т. В период 2013–2016 гг. столь быстрого увеличения объёмов уже не наблюдается, что связано

с ростом возобновляемой энергетики и проводимой климатической и энергетической политикой, в частности в рамках выполнения обязательств Парижского соглашения. В структуре выбросов в 2017 г. на долю промышленности приходится 50%, электроэнергетики – 35%, доля транспорта составляет 9%.

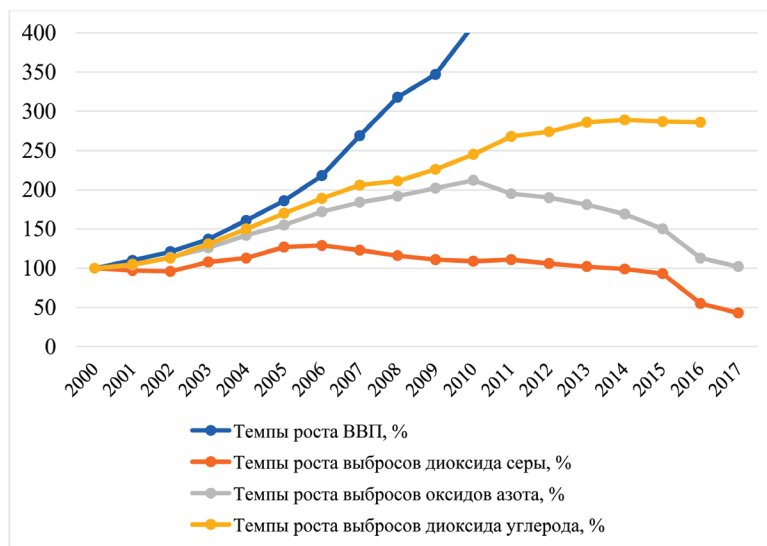


Рис. 6 / Fig. 6. Эффект относительного декарбонизации для NO_x и CO₂ и абсолютного декарбонизации для SO₂ в Китае в 2000–2017 гг., %. За точку отсчёта взяты показатели ВВП и выбросов в 2000 г. Рост ВВП в 2017 г. по сравнению с 2000 г. – 829%. / Relative decoupling for NO_x, CO₂ and absolute decoupling for SO₂ in China in 2000–2017, %. GDP and emissions in 2000 were taken as a starting point. The GDP growth in 2017, compared with 2000, is 829%.
Источники: Составлено автором по данным China Statistical Yearbook. URL: <http://www.stats.gov.cn/>

По сравнению с предыдущими ЭКК, на экологической кривой Кузнеця для диоксида углерода Китай пересёк точку перегиба лишь в 2014 г. (рис. 5), что связано со структурными изменениями, при которых закрываются старые предприятия с высокими объёмами выбросов, однако картина остаётся неустойчивой – точка перегиба может оказаться началом «плато». В случае же, если ситуация не ухудшится, то точкой перегиба можно считать уровень 2014 г. со среднедушевым доходом 6660 долл. и 7,5 т/чел. выбросов CO₂.

Таким образом, гипотеза экологической кривой Кузнеця о взаимосвязи выбросов загрязнителей и экономического роста для Китая подтверждается. По преобладающим аэротехногенным загрязнителям страна достигла точки перегиба ЭКК и находится на нисходящей части кривой, что демонстрирует

улучшение экологической ситуации, сопровождающееся непрерывным ростом экономики. По парниковому газу CO₂ страна ещё не перешла на нисходящую часть ЭКК, однако отсутствие роста выбросов уже характеризует начало декарбонизации экономики.

Отражение динамики выбросов аэротехногенных загрязнителей и диоксида углерода в графиках развития декарбонизации

Определим наличие эффекта декарбонизации для Китая для упомянутых выше аэротехногенных загрязнителей и CO₂, построим графики развития декарбонизации (рис. 6).

Для диоксида серы (SO₂) до 2013 г. наблюдался относительный декарбонизация, только с 2014 г. декарбонизация стала абсолютной. Коэффициент корреляции Пирсона между величинами «Объём

ВВП» и «Объём выбросов диоксида серы» равен -0,65, что говорит об умеренной отрицательной связи и свидетельствует о рассогласовании экономических и экологических показателей.

Для оксидов азота до 2010 г. эффект декаплинга не наблюдался, однако с 2011 г. кривая пошла вниз и декаплинг стал относительным. Однако при сохранении наблюдающейся тенденции быстрого снижения объёмов выбросов уже с 2018 г. прогнозируется переход к абсолютному декаплингу. Коэффициент корреляции Пирсона между величинами «Объём ВВП» и «Объём выбросов оксидов азота» составляет 0,13, что говорит о слабой положительной связи. Положительное значение коэффициента, вероятно, связано с более поздним началом снижения объёмов выбросов (с 2010 г., для диоксида серы же – с 2006 г.)

Для диоксида углерода ситуация, как уже было сказано выше, остаётся неоднозначной. С 2015 г. объёмы выбросов стабилизировались, наблюдается относительный декаплинг, однако тенденции к снижению пока нет. Коэффициент корреляции Пирсона между величинами «Объём ВВП» и «Объём выбросов CO₂» составляет 0,95, что говорит о сильной положительной связи двух показателей.

Также важно обратить внимание на схожесть экологических кривых Кузнецца и кривых декаплинга, с точками их перегиба в те же годы (2006 г. – для SO₂, 2010 г. – для NO_x). Достижение точки перегиба ЭКК по своей сути сопряжено с переходом к относительному декаплингу.

Таким образом, проведённый эколого-экономический анализ свидетельствует об улучшении экологической ситуации по выбросам преобладаю-

щих аэротехногенных поллютантов, а также об относительной стабилизации выбросов парниковых газов.

Институциональные причины улучшения экологической ситуации по выбросам в атмосферу

Наблюдаемое улучшение экологической ситуации по ряду рассмотренных показателей, отражённое на ЭКК и графиках декаплинга, связано с принятыми в последние годы нормативными актами и обязательствами. В 2015 г. был ужесточён закон КНР «О предотвращении атмосферного загрязнения»¹. Согласно новой редакции угольные электростанции, предприятия чёрной и цветной металлургии, нефтяной и химической промышленности, которые в процессе производства осуществляют выбросы пыли, диоксида серы и оксидов азота, должны применять технологии чистого производства, устанавливать оборудование для очистки выбросов. Задачи десульфуризации и денитрификации китайской экономики были и вовсе заложены ещё в начале 2010-х гг. Таким образом, Китаю удалось снизить выбросы преобладающих аэротехногенных поллютантов, не замедляя при этом темпы роста ВВП.

Помимо выполнения государственных инициатив со стороны правительства, Китай с недавнего времени принимает активное участие в решении экологических проблем и на международной арене. На саммите АТЭС в ноябре 2014 г. Китай озвучил обязательство начать сокращение выбросов парнико-

¹ Закон КНР «О предотвращении атмосферного загрязнения» / Экологическое законодательство КНР: Сборник законов и документов.

вых газов до 2030 г. В сентябре 2016 г. правительство ратифицировало Парижское соглашение по климату, которое определяет объёмы выбросов парниковых газов и меры по предотвращению климатических изменений после 2020 г.

Приобщение Китая к всемирному процессу по предотвращению климатических изменений в рамках международных соглашений приобретает особое значение для мирового сообщества, т.к. он является крупнейшим эмитентом CO₂. В период 2014–2016 гг. уже наблюдается отсутствие роста выбросов углекислого газа в атмосферу. В настоящее время задача китайских властей и бизнеса сделать переход к низкоуглеродной экономике как можно более быстрым.

Заключение

Установленная связь между временными особенностями развития экономики и рядом экологических характеристик позволила оценить произошедшие в последнем десятилетии перемены, знаменующие процесс развития «зелёной» экономики в Китае. Изменение параметров, характеризующих состояние атмосферы, на институциональные и технологические преобразования в стране показывает их значимость для становления «зелёной» экономики. Однако на фоне без-

условных достижений на этом пути проблема снижения выбросов диоксида углерода требует расширения сдерживающих этот процесс механизмов для выполнения Китаем обязательств по Парижскому климатическому соглашению. Среди этих механизмов перспективным представляется осуществление программ по развитию ветровой и солнечной энергетики, расширение использования природного газа в энергетике, а также увеличения площади лесных земель, депонирующих углерод. Особого внимания требует технологическая модернизация сельского хозяйства, ответственного за 11% выбросов парниковых газов.

Сопоставление кривых декарбонизации в Китае в период 2000–2017 гг. в целом показывает сходство с аналогичными процессами в развитых странах. За период 2000–2014 гг. эффект абсолютно-го декарбонизации наблюдается как минимум в 20 развитых странах мира: США, Великобритании, Швеции, Чехии, Бельгии, Нидерландах и т.д. При ответственном осуществлении всех необходимых для перехода к «зелёной» экономике программ Китай имеет шанс в скором времени попасть в число стран с развитой «зелёной» экономикой.

Статья поступила в редакцию 10.08.2020 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баширова А. А. Определение эффекта декарбонизации для проблемных территорий в современных условиях (на примере субъектов СКФО) // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2016. №10 (92). С. 4. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28393834> (дата обращения 07. 04. 2020).
2. Бобылёв С. Н., Захаров В. М. «Зелёная» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития // На пути к устойчивому развитию России. 2012. № 60. 90 с.
3. «Зелёная» экономика и цели устойчивого развития для России / под науч. ред. С. Н. Бобылёва, П. А. Кирюшина, О. В. Кудрявцевой. М.: Экономический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, 2019. 284 с.

4. Лопатников Д. Л. Влияние экологизации на трансформационные процессы в географии мирового хозяйства // География мирового хозяйства. М.: Трэвел Медиа Интернэшнл, 2012. С. 75–82.
5. Лопатников Д. Л. Экологический переход // Региональные исследования. 2013. №3 (41). С. 4–8.
6. Оценка влияния уровня загрязнения окружающей среды на экономический рост / О. В. Кудрявцева, Е. В. Иванов, Д. П. Колесник, Е. О. Матвеев, С. А. Печёнкин, Ю. И. Якимова // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал экономического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. 2017. № 9 (3). С. 68–80. URL: <https://archive.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=3870&p=attachmen> (дата обращения 06. 03. 2020).
7. Ушаков И. В. Китай: экологический вызов // Мировая экономика и международные отношения. 2005. № 12. С. 76–85.
8. Яшалова Н. Н. Анализ проявления эффекта декарпинга в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 39 (366). С. 54–61.
9. Antle J. M., Heidebrink G. Environment and Development: Theory and International Evidence. In: Economic Development and Cultural Change, 1995, vol. 43, no. 3, pp. 603–625.
10. Dasgupta S., Laplante B., Wang H., Wheeler D. Confronting the Environmental Kuznets Curve. In: Journal of Economic Perspectives, 2002, vol. 16, no. 1, pp. 147–168.
11. Ruttan V. W. Technology and the Environment. In: American Journal of Agricultural Economics, 1971, vol. 53, iss. 5, pp. 707–717.
12. Shi Y., Xia Y. F., Lu B. H., Liu N., Zhang L., Li S. J., Li W. Emission inventory and trends of NOx for China, 2000–2020. In: Journal of Zhejiang University-SCIENCE A, 2014, vol. 15(6), pp. 454–464.
13. Stern D. I. The Environmental Kuznets Curve. In: International Society for Ecological Economics, June 2003.
14. Zhao B., Wang S. X., Liu H., Xu J. Y., Fu K., Klimont Z., Hao J. M., He K. B., Cofala J., Amann M. NOx emissions in China: Historical trends and future perspectives. In: Atmospheric Chemistry and Physics, 2013, vol. 13, no. 19, pp. 9869–9897.

REFERENCES

1. Bashirova A. A. [Determination of the decoupling effect for problem territories in modern conditions (on the example of subjects of the North Caucasus federal district)]. In: *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Management of economic systems: electronic scientific journal], 2016, no. 10 (92), p. 4. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28393834> (accessed: 07. 04. 2020).
2. Bobylev S. N., Zaharov V. M. ['Green' economy and modernization. Ecological and economic foundations of sustainable development]. In: *Na puti k ustoichivomu razvitiyu Rossii* [On the way to sustainable development of Russia], 2012, no. 60, 90 p.
3. Bobylev S. N., Kiryushin P. A., Kudryavtseva O. V., scien. eds. *'Zelenaya' ekonomika i tseli ustoichivogo razvitiya dlya Rossii* ['Green' economy and sustainable development goals for Russia]. Moscow, Economic faculty of Lomonosov Moscow State University Publ., 2019. p. 284.
4. Lopatnikov D. L. [Impact of ecologization on transformation processes in the geography of the world economy]. In: *Geografiya mirovogo hozyaistva* [Geography of the world economy]. Moscow, Travel Media International Publ., 2012. pp. 75–82.
5. Lopatnikov D. L. [The ecological transition]. In: *Regional'nye issledovaniya* [Regional research], 2013, no. 3 (41), pp. 4–8.
6. Kudryavtseva O. V., Ivanov E. V., Kolesnik D. P., Matveev E. O., Pechenkin S. A., Yakimova Yu. I. [Assessment of the impact of environmental pollution on economic growth]. In:

- Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakul'teta. Elektronnyi zhurnal ekonomicheskogo fakul'teta Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M. V. Lomonosova* [Scientific research of the Economic faculty. Electronic journal of the Economic faculty, Lomonosov Moscow State University], 2017. no. 9(3), pp. 68–80. Available at: <https://archive.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=3870&p=attachmen> (accessed: 06. 03. 2020).
7. Ushakov I. V. [China: environmental challenge]. In: *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya* [World economy and international relations], 2005, no. 12, pp. 76–85.
 8. Yashalova N. N. [Analysis of the decoupling effect in ecological and economic activity of a region]. In: *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: theory and practice], 2014, no. 39(366), pp. 54–61.
 9. Antle J. M., Heidebrink G. Environment and Development: Theory and International Evidence. In: *Economic Development and Cultural Change*, 1995, vol. 43, no. 3, pp. 603–625.
 10. Dasgupta S., Laplante B., Wang H., Wheeler D. Confronting the Environmental Kuznets Curve. In: *Journal of Economic Perspectives*, 2002, vol. 16, no. 1, pp. 147–168.
 11. Ruttan V. W. Technology and the Environment. In: *American Journal of Agricultural Economics*, 1971, vol. 53, iss. 5, pp. 707–717.
 12. Shi Y., Xia Y. F., Lu B. H., Liu N., Zhang L., Li S. J., Li W. Emission inventory and trends of NO_x for China, 2000–2020. In: *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, 2014, vol. 15(6), pp. 454–464.
 13. Stern D. I. The Environmental Kuznets Curve. In: *International Society for Ecological Economics*, June 2003.
 14. Zhao B., Wang S. X., Liu H., Xu J. Y., Fu K., Klimont Z., Hao J. M., He K. B., Cofala J., Amann M. NO_x emissions in China: Historical trends and future perspectives. In: *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2013, vol. 13, no. 19, pp. 9869–9897.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Лукьянов Лев Евгеньевич – магистрант кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: lev.lykhanov@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Lev E. Lukianov – master's degree student, Department of World Physical Geography and Geoecology, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: lev.lykhanov@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Лукьянов Л. Е. Инструменты анализа взаимосвязи экономического развития и экологической обстановки в Китае // Географическая среда и живые системы. 2020. № 4. С. 57–69. DOI: 10.18384/2712-7621-2020-4-57-69

FOR CITATION

Lukianov L. E. Analysis tools of the relationship between economic development and the environmental situation in China. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2020, no. 4, pp. 57–69.
DOI: 10.18384/2712-7621-2020-4-57-69