

DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-3-68-92

Россия и Китай: экологический и ресурсный эффекты декарбонизации

И.А. ЗАБЕЛИНА, кандидат экономических наук

E-mail: i_zabelina@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4464-2593

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита

Аннотация. В статье исследуется взаимосвязь между экономическим ростом в регионах Востока России и Северо-Востока Китая и сопровождающими его негативными последствиями – загрязнением окружающей среды и ресурсопотреблением. Оценка состояний декарбонизации выполнена на основе официальных статистических данных с использованием адаптированной модели “*The Decoupling Diamond*”. По отдельным видам негативного экологического воздействия и потреблению ключевых ресурсов выявлен широкий спектр состояний декарбонизации – от сильного до экспансивного негативного, что позволяет оценить «сильные» и «слабые места» в эколого-экономическом развитии двух стран. Отмечены риски экологически неравноценного обмена в трансграничном сотрудничестве РФ и Китая.

Ключевые слова: экономическое развитие; негативное воздействие на окружающую среду; ресурсопотребление; декарбонизация; эластичность; регионы Востока России; регионы Северо-Востока Китая; российско-китайское сотрудничество

Введение

Несмотря на попытки перехода к принципам сбалансированного эколого-экономического развития, уменьшения негативного воздействия на природные среды, экологическая обстановка во многих странах все еще остается напряженной. Особенно это заметно в отношении загрязнения атмосферного воздуха. Китай является мировым лидером по выбросам углекислого газа (в 2021 г. объем эмиссий CO_2 от сжигания топлива в этой стране составил 10,5 млрд т¹), что связано, прежде всего, с использованием угля в качестве основного источника энергии². Россия в данном антирейтинге занимает четвертое место после Китая,

¹ BP Statistical Review of World Energy 2022. P. 12. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 09.09.2022).

² В последние годы в Китае отмечается снижение удельного веса угля в общем энергопотреблении – 56,8% в 2020 г. против 68,5% в 2000 г. Тем не менее уголь остается основным источником энергии. China statistical yearbook 2021. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2021/html/E09-02.jpg>. (дата обращения: 09.09.2022).

США и Индии, при этом среднедушевые показатели выбросов в РФ превышают уровни многих развитых стран [Мкртчян и др., 2017].

И Китай, и Россия стараются придерживаться принципов сбалансированного эколого-экономического развития. В стратегических документах Китая на 2011–2015 гг. были предусмотрены значительные объемы инвестиций в ключевые «зеленые» секторы, в том числе в возобновляемую энергетику и повышение энергоэффективности [Mathews, 2014]; в плане на 2020–2025 гг. поставлена цель сократить потребление энергии на 13,5%, а объем эмиссий углекислого газа – на 18% [Ерохин, 2021].

В России реализуются «Стратегия экологической безопасности РФ на период до 2025 года»³, «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года»⁴, «Климатическая доктрина РФ»⁵. Российским отделением Greenpeace разработана рамочная программа «Зелёный курс России»⁶, которая соответствует ключевым глобальным экологическим инициативам – Парижскому соглашению по климату⁷ и Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.⁸ В число важнейших задач, обозначенных в стратегических документах для обеспечения перехода к сбалансированному развитию, входят предотвращение загрязнения окружающей среды и повышение эффективности использования природных ресурсов,

³ Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/0001201704200016.pdf> (дата обращения: 09.09.2022).

⁴ Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf> (дата обращения: 09.09.2022).

⁵ Распоряжение Президента Российской Федерации от 17.12.2009 г. № 861-рп О климатической доктрине Российской Федерации. URL: <http://government.ru/docs/all/70631/> (дата обращения: 09.09.2022).

⁶ Зеленый курс России. URL: https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/09/GC_A4_006.pdf (дата обращения: 09.09.2022).

⁷ Paris agreement. URL: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf (дата обращения: 09.09.2022).

⁸ Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf (дата обращения: 09.09.2022).

т.е. достижение эффекта «декаплинга»⁹, который подразумевает расхождение или рассогласование темпов экономического роста, с одной стороны, и потребления ресурсов и негативного воздействия на окружающую среду – с другой [Бобылев, Захаров, 2012].

В современной научной литературе уделяется большое внимание изучению данного эффекта. Российские исследователи оценивают его проявление в эколого-экономических процессах на общенациональном, региональном или отраслевом уровнях [Акулов, 2014; Аникина, Аникин, 2019; Шкиперова, 2014; Яшарова 2014; Bobylev et al., 2015]. Отдельные авторы затрагивают также вопросы, связанные с оценкой эффективности использования ресурсов в ходе экономического развития [Забелина, 2019; Фомина, 2022]. Большой пласт зарубежных исследований фокусируется на оценке взаимосвязи между экономическим ростом и объемом эмиссии загрязняющих веществ (как правило, парниковых газов и CO_2).

Методические аспекты исследования и исходные данные

Коэффициент декаплинга, характеризующий взаимосвязь между экономическим ростом, загрязнением окружающей среды и ресурсопотреблением, рассчитывается по формуле [Naqvi, Zwickl, 2017]:

$$D_T = 1 - \frac{E_T / Y_T}{E_0 / Y_0}, \quad (1)$$

где E_0 и E_t – показатели, характеризующие негативное воздействие на окружающую среду в базовом и текущем периодах (как правило, по каждому виду воздействия коэффициент рассчитывается отдельно); Y_0 и Y_t – показатели уровня экономического развития в базовом и текущем периодах (обычно выраженные в ВВП/ВВП).

Положительное значение коэффициента свидетельствует о наличии эффекта декаплинга, т.е. темпы роста загрязнений окружающей среды не превышают темпы экономического роста

⁹ Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. URL: www.gci.org.uk/Documents/Decoupling_Report_English.pdf (дата обращения: 05.09.2022).

за рассматриваемый период. Отрицательное значение говорит об отсутствии такого эффекта, т.е. негативное экологическое воздействие по темпам обгоняет экономический рост.

В одном из исследований [Vehmas et al., 2003] описано шесть состояний декарпинга, которые выделяются в зависимости от прироста экологической нагрузки на окружающую среду (ΔE), приращения экономической активности (ΔY) и величины коэффициента эластичности декарпинга (KD_t). Последний показывает, на сколько процентов изменится экологическая нагрузка при изменении экономического результата на 1%:

$$KD_t = \frac{\Delta E}{E_0} / \frac{\Delta Y}{Y_0} = \frac{E_t - E_0}{E_0} / \frac{Y_t - Y_0}{Y_0}, \quad (2)$$

где E_0 и E_t – показатели, характеризующие негативное воздействие на окружающую среду; Y_0 и Y_t – показатели, характеризующие экономический результат в базовом и текущем периодах соответственно.

П. Тапио доработал эту модель и назвал ее “*The Decoupling Diamond*” [Тапио, 2005; Finel, Тапио, 2006]. В современной интерпретации она описывает уже восемь состояний, выделяемых в зависимости от изменения эколого-экономических показателей и коэффициента эластичности декарпинга (табл. 1).

Сегодня эта модель активно применяется для анализа эколого-экономического развития стран и регионов [Duan et al., 2022; Naqvi, Zwickl, 2017; Regueiro-Ferreira, Alonso-Fernandez, 2022; Wang et al., 2022], в том числе в России [Аникина, Аникин, 2019; Фомина, 2022].

Согласно модели “*The Decoupling Diamond*” наилучшее состояние сильного декарпинга [Duan et al., 2022] достигается в ситуации, когда экономика растет, а негативное воздействие на окружающую среду снижается. Однако нужно иметь в виду, что рост ВВП, который чаще всего используется в качестве измерителя уровня экономического развития, не всегда сопровождается повышением общественного благосостояния [Clarke, Islam, 2005; Пыжев, Пыжева, 2015 и др.]. А потому многие специалисты по экологической экономике считают, что в развитых странах наращивание традиционных макроэкономических показателей уже не является первоочередной задачей, существует необходимость переоценки роли экономики, основанной на росте.

Таблица 1. Характеристика состояний декаплинга и каплинга, согласно модели “The Decoupling Diamond”

Наименование	ΔY	ΔE	KD_t	Характеристика
Декаплинг (Decoupling)				
Сильный <i>Strong decoupling – SD</i>	>0	<0	$KD_t < 0$	Увеличивается экономический результат при одновременном снижении экологической нагрузки на окружающую среду.
Слабый <i>Weak decoupling – WD</i>	>0	>0	$0 < KD_t \leq 0,8$	Растут экономический результат и экологическая нагрузка, но темпы экономического роста заметно превышают темпы роста давления на окружающую среду.
Рецессивный <i>Recessive decoupling – RD</i>	<0	<0	$KD_t > 1,2$	Снижаются экономический результат и экологическая нагрузка, но показатели негативного воздействия снижаются быстрее, чем экономические показатели.
Негативный декаплинг (Negative decoupling)				
Слабый <i>Weak negative decoupling – WND</i>	<0	<0	$0 < KD_t \leq 0,8$	Снижаются экономический результат и экологическая нагрузка, но экономические показатели снижаются быстрее, чем показатели негативного воздействия.
Сильный <i>Strong negative decoupling – SND</i>	<0	>0	$KD_t < 0$	Снижается экономический результат при одновременном увеличении экологической нагрузки на окружающую среду.
Экспансивный <i>Expansive negative decoupling – END</i>	>0	>0	$KD_t > 1,2$	Растут экономический результат и экологическая нагрузка, но темпы экономического роста заметно ниже темпов роста давления на окружающую среду.
Каплинг (Coupling)				
Экспансивный <i>Expansive coupling – EC</i>	>0	>0	$0,8 < KD_t \leq 1,2$	Растут экономический результат и экологическая нагрузка.
Рецессивный <i>Recessive coupling – RC</i>	<0	<0	$0,8 < KD_t \leq 1,2$	Снижаются экономический результат и экологическая нагрузка.

Примечание. Значение коэффициента эластичности декаплинга равно 1 означает, что экономический результат и экологическая нагрузка изменяются одинаковыми темпами. При незначительном отклонении от единичной эластичности (значение коэффициента эластичности составляет $\pm 20\%$ от 1) состояние в модели рассматривается как каплинг (связь).

Источник. Составлено автором на основе работ [Аслаханова и др., 2019; Поляков, 2021; Фомина, 2022; Finel, Tario, 2006; Tario, 2005].

В частности, в последние несколько лет широко обсуждается концепция развития “*degrowth*”, которая подразумевает намеренное ограничение масштабов экономики с целью приведения ее в соответствие с биофизическими границами [Kallis, 2011; Van den Bergh, Kallis, 2012]. Эта модель предполагает необязательность экономического роста, а в некоторых случаях как желаемое направление развития рассматривается даже экономический спад [Victor, 2012; Глазырина и др., 2015]. Сторонники данного подхода считают, что развитые страны уже достигли высокого уровня производства экономических благ и должны стремиться к благополучию, экологической устойчивости и социальной справедливости, что соответствует ключевым целям «зеленой» экономики [Глазырина, Забелина, 2016]. Снижение ВВП в данном случае не рассматривается как негативное явление, поскольку другие аспекты жизни улучшаются [Schneider et al., 2010].

Цель настоящей работы заключается в исследовании на основе изложенного подхода взаимосвязи между экономическим ростом и загрязнением окружающей среды и ресурсопотреблением в регионах Востока России и Северо-Востока Китая.

Рассматриваются регионы, упомянутые в программных документах российско-китайского сотрудничества:¹⁰ в РФ – Республика Бурятия и Республика Саха (Якутия), Забайкальский, Камчатский, Приморский и Хабаровский края, Иркутская, Амурская, Магаданская и Сахалинская области, Еврейская автономная область (АО), Чукотский автономный округ (АО); в Китае – провинции Хэйлунцзян, Цзилинь, Ляонин и автономный район Внутренняя Монголия. Изучение эколого-экономических аспектов развития этих территорий представляет особый интерес в условиях укрепления отношений между странами и планируемого расширения масштабов приграничного сотрудничества.

Информационную базу исследования составили официальные данные Всемирного банка¹¹, национальных статистических служб

¹⁰ Программа сотрудничества между регионами Дальнего Востока и Восточной Сибири РФ и Северо-Востока КНР (2009–2018 годы). URL: http://www.russchinatrade.ru/assets/files/ru-gu-cn-coop/programm_coop.pdf; Программа развития российско-китайского сотрудничества в торгово-экономической и инвестиционной сферах на Дальнем Востоке РФ на 2018–2024 годы. URL: <http://russian.mofcom.gov.cn/article/speechheader/201811/20181102808776.shtml> (дата обращения: 09.09.2022).

¹¹ World Development Indicators. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (дата обращения: 09.09.2022).

России¹² и Китая¹³, характеризующие уровень экономического развития, негативного воздействия на окружающую среду и ресурсопотребления в период с 2011 по 2020 гг.¹⁴ (кроме данных по ресурсопотреблению, которые доступны только до 2019 г.).¹⁵

Декаплинг экономического развития и воздействия на окружающую среду

За 2011–2020 гг. ВВП России в сопоставимых ценах 2017 г. по паритету покупательной способности (ППС) вырос на 8,6%¹⁶. На этом фоне отмечалось снижение отдельных видов экологической нагрузки: объёмы выбросов диоксида серы и окислов азота сократились на 17,2 и 3,1% соответственно (рис. 1).

Динамичное развитие китайской экономики в 2011–2020 гг. (ВВП в сопоставимых ценах 2017 г. по ППС увеличился на 76,7%) также сопровождалось существенным снижением отдельных видов экологической нагрузки. За это время объёмы выбросов диоксида серы сократились на 85,7%, а окислов азота – на 50,9% (рис. 2).

Расчет коэффициента эластичности KD , для выбросов диоксида серы и окислов азота показывает, что в Китае наблюдается позитивная тенденция: имеется сильное расхождение между анализируемыми эколого-экономическими тенденциями как в отдельные годы, так и за весь анализируемый интервал (табл. 2).

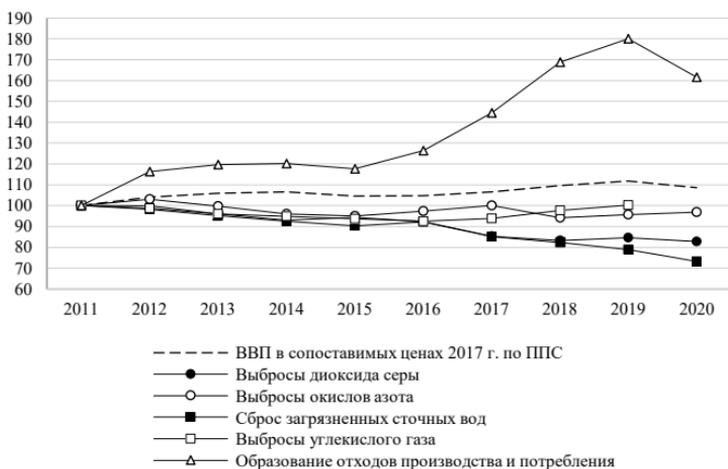
¹² Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 09.09.2022).

¹³ National Bureau of Statistics of China. Statistical Database. URL: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/> (дата обращения: 09.09.2022).

¹⁴ Национальное бюро статистики Китая не публикует данные по выбросам диоксида серы, окислов азота, образованию промышленных отходов за 2018 и 2019 гг.; по общему сбросу сточных вод – за 2018–2020 гг. По выбросам углекислого газа Всемирный банк предоставляет информацию за 2011–2019 гг.

¹⁵ Для регионов КНР информация доступна только по водопотреблению (2012–2019 гг.).

¹⁶ Для межстрановых сопоставлений использован ВВП в сопоставимых ценах 2017 г. по ППС, публикуемый Всемирным банком. Оценка динамики ВВП регионов выполнена на основе данных национальных статистических служб России и Китая (в качестве базового выбран 2011 г.).



Источник рис. 1–2. Расчеты автора на основе данных Росстата, Национального бюро статистики Китая и Всемирного банка.

Рис. 1. Динамика индексов показателей экономического развития и негативного воздействия на окружающую среду в РФ в 2011–2020 гг. (2011 г.=100%)

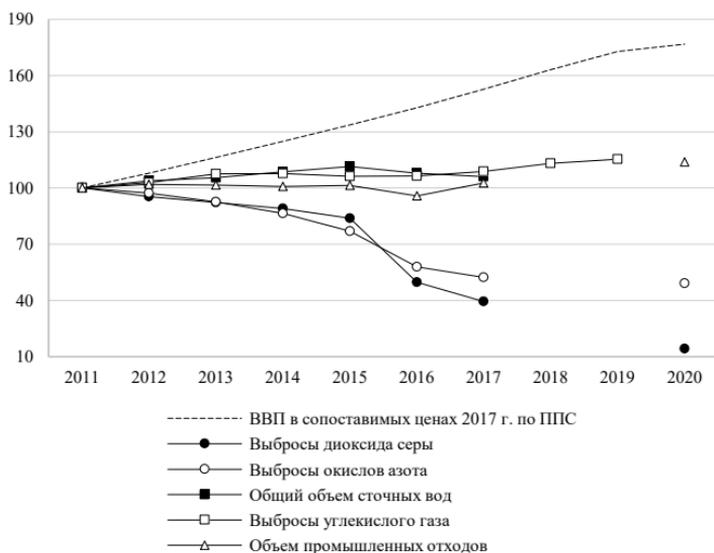


Рис. 2. Динамика индексов показателей экономического развития и негативного воздействия на окружающую среду в КНР в 2011–2020 гг. (2011 г. =100%)

Таблица 2. Изменение эколого-экономических показателей, коэффициенты эластичности и типы декаплинга в РФ и КНР, 2011–2020 гг.

Временной период	$\Delta Y, \%$	Выбросы диоксида серы		Выбросы оксидов азота		Сброс сточных вод			Образование отходов				
		$\Delta E_{SO_2}, \%$	KD_t	Тип	$\Delta E_{NOx}, \%$	KD_t	Тип	$\Delta E_{wpp}, \%$	KD_t	Тип	$\Delta ESW, \%$	KD_t	Тип
РФ													
2011–2012	4,02	-0,04	-0,01	SD	3,06	0,76	WD	-1,80	-0,45	SD	16,37	4,07	END
2012–2013	1,76	-3,86	-2,20	SD	-3,27	-1,86	SD	-3,12	-1,78	SD	2,89	1,65	END
2013–2014	0,74	-3,28	-4,46	SD	-3,67	-4,98	SD	-2,77	-3,76	SD	0,30	0,41	WD
2014–2015	-1,97	1,56	-0,79	SND	-1,00	0,51	WND	-2,37	1,20	RD	-2,09	1,06	RC
2015–2016	0,19	-2,15	-11,08	SD	2,39	12,33	END	2,09	10,78	END	7,53	38,88	END
2016–2017	1,83	-7,75	-4,24	SD	2,69	1,48	END	-7,68	-4,20	SD	14,32	7,84	END
2017–2018	2,81	-2,26	-0,80	SD	-5,78	-2,06	SD	-3,33	-1,19	SD	16,81	5,99	END
2018–2019	2,03	1,65	0,81	EC	1,60	0,79	WD	-4,09	-2,01	SD	6,67	3,28	END
2019–2020	-2,95	-2,24	0,76	WND	1,28	-0,44	SND	-7,31	2,48	RD	-10,26	3,48	RD
2011–2020	8,56	-17,23	-2,01	SD	-3,08	-0,36	SD	-26,86	-3,14	SD	61,64	7,20	END
КНР													
2011–2012	7,86	-4,52	-0,57	SD	-2,77	-0,35	SD	3,88	0,49	WD	1,94	0,25	WD
2012–2013	7,77	-3,48	-0,45	SD	-4,72	-0,61	SD	1,56	0,20	WD	-0,41	-0,05	SD
2013–2014	7,43	-3,40	-0,46	SD	-6,71	-0,90	SD	2,98	0,40	WD	-0,64	-0,09	SD
2014–2015	7,04	-5,84	-0,83	SD	-10,92	-1,55	SD	2,67	0,38	WD	0,45	0,06	WD
2015–2016	6,85	-40,68	-5,94	SD	-24,67	-3,60	SD	-3,29	-0,48	SD	-5,46	-0,80	SD
2016–2017	6,95	-20,62	-2,97	SD	-9,72	-1,40	SD	-1,61	-0,23	SD	7,24	1,04	EC
2011–2017	52,74	-60,53	-1,15	SD	-47,64	-0,90	SD	6,14	0,08	WD	2,73	0,05	WD
2011–2020	76,73	-85,65	-1,12	SD	-50,85	-0,66	SD	н.д.	н.д.	н.д.	13,87	0,18	WD

Примечание. Данные Национального бюро статистики Китая имеют некоторые отличия от исчисляемых в российском практике. Для РФ в расчетах использована информация по сбросу загрязнённых сточных вод и образованию отходов производства и потребления, а для КНР – по общему сбросу сточных вод и образованию промышленных отходов.

Источник табл. 2–6. Расчеты автора на основе данных Росстата, Национального бюро статистики Китая и Всемирного банка.

В России в большинстве случаев складывается аналогичная ситуация. Однако в отдельные годы отмечена негативная динамика: при отрицательном экономическом росте в 2014–2015 гг. увеличился объем выбросов диоксида серы, а в 2019–2020 гг. – росли выбросы окислов азота, т.е. проявлялся сильный негативный декарбонизационный эффект (*SND*). В 2015–2017 гг. темпы роста эмиссии *NOx* превышали темпы экономического роста.

Сравнительный анализ динамики сбросов сточных вод показал, что в России в отношении этого вида негативного воздействия складывается более благополучная ситуация: имеет место сильный декарбонизационный эффект (*SD*) (т.е. их объем снижается по мере роста экономики). В КНР аналогичный тип взаимосвязи проявлялся только в 2015–2017 гг., когда отмечалось незначительное снижение общего объема сточных вод. Остальные годы анализируемого периода характеризовались слабым декарбонизационным эффектом (*WD*).

В сфере обращения с отходами производства и потребления специалисты оценивают положение в России и отдельных её регионах как крайне неблагоприятное [Гильмундинов и др., 2020; Мотошкина и др., 2019; Третьякова, 2019 и др.]. По данным Росстата, количество отходов в 2011–2020 гг. в стране увеличилось на 61,6%. Согласно нашим расчетам, в изучаемый период по данному виду экологической нагрузки в РФ имел место экспансивный негативный декарбонизационный эффект (*END*). В КНР динамика образования промышленных отходов неустойчива. В целом за период 2011–2020 гг. их количество увеличилось лишь на 13,9%. Взаимосвязь между эколого-экономическими трендами этого вида экологической нагрузки в большинстве случаев характеризуется как слабый декарбонизационный эффект (*WD*).

Особую обеспокоенность в мировом сообществе вызывает проблема климатических изменений. Согласно данным Всемирного банка, в 2019 г. глобальная эмиссия углекислого газа составила 34,3 млрд т. Лидером по загрязнению атмосферы CO_2 является Китай, который существенно превосходит Россию по данному виду негативного воздействия (в 6,3 раза, по данным за 2019 г.). Темпы роста количества выбросов в этой стране также значительно выше российских: 15,4% против 0,3% за период с 2011 по 2019 гг. Результаты расчетов, выполненных для выявления характера взаимосвязи между выбросами CO_2 и ВВП, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Изменение ВВП и объема выбросов углекислого газа, коэффициенты эластичности и типы декарпинга в РФ и КНР, 2011–2019 гг.

Временной период	РФ				КНР			
	$\Delta Y, \%$	$\Delta E_{CO_2}, \%$	KD_t	Тип	$\Delta Y, \%$	$\Delta E_{CO_2}, \%$	KD_t	Тип
2011–2012	4,02	-1,37	-0,34	SD	7,86	2,79	0,36	WD
2012–2013	1,76	-2,57	-1,46	SD	7,77	4,64	0,60	WD
2013–2014	0,74	-1,27	-1,72	SD	7,43	0,22	0,03	WD
2014–2015	-1,97	-1,20	0,61	WND	7,04	-1,45	-0,21	SD
2015–2016	0,19	-1,32	-6,82	SD	6,85	0,14	0,02	WD
2016–2017	1,83	1,47	0,80	EC	6,95	2,24	0,32	WD
2017–2018	2,81	4,17	1,48	END	6,75	4,03	0,60	WD
2018–2019	2,03	2,56	1,26	END	5,95	1,95	0,33	WD
2011–2019	11,86	0,26	0,02	WD	72,75	15,35	0,21	WD

В Китае имеет место преимущественно слабый декарпинг (*WD*). В России в отдельные годы наблюдался сильный декарпинг (*SD*), но иногда ситуация ухудшается: в 2014–2015 гг. выявлен слабый негативный декарпинг (*WND*), а в 2017–2018 и 2018–2019 гг. – экспансивный негативный (*END*). В первом случае снижение ВВП, вызванное влиянием на российскую экономику внешних шоков (введение санкций и падение цен на основные продукты российского экспорта)¹⁷, было более существенным, чем снижение объема эмиссии CO_2 . Во втором случае объем выбросов рос быстрее, чем экономический результат. В целом период 2011–2019 гг. характеризуется слабым декарпингом у обеих стран, но в КНР значение коэффициента KD_t заметно выше, чем в РФ.

Исследование тенденций развития региональных экономик показало, что в провинциях Северо-Востока КНР складывается более благополучная ситуация, чем в восточных территориях РФ (табл. 4). Во всех китайских регионах выявлен сильный декарпинг (*SD*) по выбросам диоксида серы и оксидов азота, что соответствует общенациональной тенденции. Объем сброса сточных вод и количество промышленных отходов в некоторых провинциях увеличились, но рост ВРП был более существенным, т.е. имеет место слабый декарпинг (*WD*). Во Внутренней Монголии и провинции Хэйлунцзян количество промышленных отходов росло более быстрыми темпами, чем объем сбросов сточных вод. В провинции Цзилинь оба эти вида антропогенного воздействия снижались.

¹⁷ Российская экономика в 2015 году. Тенденции и перспективы. (Вып. 37) / Под ред. С. Г. Синельникова-Мурылева. М.: Изд-во Института Гайдара, 2016. 472 с.

Таблица 4. Изменение эколого-экономических показателей, коэффициенты эластичности и типы декарбонизации в регионах Востока России и Северо-Востока КНР, 2011–2020 гг.

Регион	$\Delta Y, \%$	Выбросы диоксида серы		Выбросы оксидов азота		Сброс сточных вод			Образование отходов				
		$\Delta E_{SO_2}, \%$	KD_t	$\Delta E_{NOx}, \%$	KD_t	$\Delta E_{wpp}, \%$	KD_t	T_{wpp}	$\Delta E_{SPP}, \%$	KD_t	Тип		
Регионы Востока РФ													
Амурская обл.	4,58	8,21	1,79	END	15,80	END	-16,46	-3,59	SD	832,40	181,66	END	
Еврейская АО	-12,33	-7,69	0,62	WIND	3,09	RD	-25,00	2,03	RD	1660,50	-134,66	SND	
Забайкальский край	5,61	-6,70	-1,19	SD	19,87	3,54	END	-8,42	-1,50	SD	2695,14	480,24	END
Иркутская обл.	27,25	7,18	0,26	WD	-34,79	-1,28	SD	-24,19	-0,89	SD	227,63	8,35	END
Камчатский край	15,83	-14,29	-0,90	SD	64,86	4,10	END	-34,21	-2,16	SD	8868,00	560,25	END
Магаданская обл.	34,73	10,64	0,31	WD	117,24	3,38	END	-82,69	-2,38	SD	1032,46	29,73	END
Приморский край	-4,20	-44,27	10,55	RD	-27,20	6,48	RD	-22,32	5,32	RD	-64,02	15,26	RD
Республика Бурятия	-0,93	48,37	-52,09	SND	5,26	-5,67	SND	262,50	-282,65	SND	58,62	-63,12	SND
Республика Саха (Якутия)	12,17	16,94	1,39	END	57,31	4,71	END	-14,94	-1,23	SD	247,57	20,34	END
Сахалинская обл.	1,82	-61,24	-33,60	SD	-19,87	-10,90	SD	-43,48	-23,86	SD	480,05	263,39	END
Хабаровский край	1,78	-14,04	-7,90	SD	21,40	12,04	END	-15,96	-8,98	SD	78,04	43,92	END
Чукотский АО	21,68	-28,95	-1,34	SD	-4,00	-0,18	SD	-42,00	-1,94	SD	74,38	3,43	END
Регионы Северо-Востока КНР													
Внутренняя Монголия	57,26/74,55	-80,57	-1,08	SD	-66,55	-0,89	SD	3,85	0,07	WD	48,90	0,66	WD
Ляонин	31,83/47,89	-81,67	-1,71	SD	-45,47	-0,95	SD	2,46	0,08	WD	-9,71	-0,20	SD
Цзялинь	54,54/70,33	-83,45	-1,19	SD	-66,74	-0,95	SD	-8,32	-0,15	SD	-13,06	-0,19	SD
Хэйлуцзян	49,73/64,99	-72,56	-1,12	SD	-62,03	-0,95	SD	4,56	0,09	WD	12,50	0,19	WD

Примечание. Поскольку данные по общему сбросу сточных вод в регионах КНР доступны только за 2011–2017 гг., оценка была выполнена за этот период. ВРП приведен к сопоставимым ценам 2011 г., его прирост в регионах КНР представлен за 2011–2017 гг. и 2011–2020 гг. соответственно.

В регионах Востока РФ не наблюдается согласованных тенденций в эколого-экономическом развитии, за исключением сброса сточных вод, по которому в большинстве случаев отмечается сильный декаплинг (*SD*) (кроме Приморского края, Республики Бурятия и Еврейской АО). По выбросам диоксида серы и окислов азота в ряде регионов выявлены негативные тенденции. Например, в Амурской области и Республике Саха (Якутия) имеет место экспансивный (*END*), а в Республике Бурятия – сильный негативный декаплинг (*SND*).

По образованию отходов производства и потребления выделяется Приморский край. В 2012 г. здесь отмечалось существенное снижение количества отходов, образуемых горнодобывающими предприятиями¹⁸, что, вероятно, связано со снижением объемов добычи минерально-сырьевых ресурсов (в этот период добывающая отрасль демонстрировала отрицательную динамику)¹⁹.

В большинстве регионов этот вид экологической нагрузки растет гораздо быстрее, чем ВПП, а в Еврейской АО многократное увеличение объемов отходов на фоне отрицательного экономического роста обусловило сильный негативный декаплинг (*SND*). Такая ситуация является следствием ускоренной сырьевой индустриализации в Азиатской России, характеризующейся экспансивным расширением проектов по добыче и переработке полезных ископаемых [Гильмундинов, Тагаева, 2021]. Хотя большая часть образуемых в горнодобывающей промышленности отходов имеет низкий класс опасности, их накопление негативно влияет на окружающую среду и снижает качество жизни населения.

Ресурсный декаплинг

Для перехода к сбалансированному развитию особое внимание необходимо уделить повышению эффективности

¹⁸ Объем отходов 5-го класса опасности снизился в 2,3 раза по отношению к предыдущему году. Источник: Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2011 году. С. 68; Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2012 году. С. 86. URL: <https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/environment/report-on-the-environmental-situation-1.php> (дата обращения: 18.01.2023).

¹⁹ Согласно данным Приморскстата, индекс промышленного производства по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» в 2012 г. составил 93% по отношению к предыдущему году; объемы добычи угля сократились на 10,6%. Источник: Приморский край. Социально-экономические показатели: статистический ежегодник / Приморскстат, Владивосток, 2013. 357 с.

использования природных ресурсов. И российская, и китайская экономики ресурсоемки – потребление первичной энергии на единицу ВВП в них превышает уровень многих стран, в том числе со сходными климатическими условиями [Zabelina, 2021]. С помощью модели “*The Decoupling Diamond*” проанализируем тенденции эколого-экономического развития РФ и Китая в контексте ресурсопотребления (табл. 5).

Рассматривая в целом период 2011–2019 гг., нетрудно заметить, что в обеих странах увеличилось потребление первичной и электрической энергии для производства экономических благ. При этом рост ВВП не обеспечил преодоление границы слабого декарбонизации (*WD*). В России был даже выявлен негативный экспансивный декарбонизация (*END*) в 2017–2018 гг. – по потреблению первичной энергии, а в 2015–2016 гг. – сразу по двум показателям, характеризующим энергопотребление. В Китае аналогичный характер взаимосвязи отмечался лишь однажды – в 2017–2018 гг., по потреблению электрической энергии. Во всех случаях темпы роста потребления ресурсов превышали скорость экономического роста.

В отличие от статистической службы КНР, Росстат публикует данные по потреблению топливно-энергетических ресурсов и электроэнергии в региональном разрезе, что позволило выполнить оценку типов декарбонизации для восточных регионов РФ. Результаты расчетов, выполненных для данных видов ресурсопотребления за период с 2011 по 2019 гг., представлены в таблице 6.

По потреблению топливно-энергетических ресурсов Амурская область, Камчатский край и Чукотский АО продемонстрировали наилучшую динамику, характеризующуюся сильным декарбонизацией (*SD*). Аналогичная взаимосвязь была выявлена в Иркутской области по использованию электроэнергии для производства товаров и услуг. В Хабаровском крае, Сахалинской и Магаданской областях темпы потребления данных видов ресурсов превышают темпы роста объема добавленной стоимости, т.е. имеет место экспансивный негативный декарбонизация (*END*). В Еврейской АО на фоне отрицательного экономического роста объемы вовлечения энергоресурсов в хозяйственный оборот хоть и незначительно, но увеличились.

Таблица 5. Изменение показателей экономического развития и ресурсопотребления, коэффициенты эластичности и типы декарлинга в РФ и КНР, 2011–2019 гг.

Вре- менной период	$\Delta Y, \%$	Первичная энергия			Электрическая энергия			Вода на производственные нужды			Вода на сельскохозяйст- венные нужды		
		$\Delta EPE, \%$	KD_t	Tun	$\Delta EEC, \%$	KD_t	Tun	$\Delta EWUP, \%$	KD_t	Tun	KD_t	$\Delta EWUA, \%$	Tun
РФ													
2011–2012	4,02	1,30	0,32	WD	1,78	0,44	WD	-5,41	-1,35	SD	-4,98	-1,24	SD
2012–2013	1,76	-2,85	-1,63	SD	-0,96	-0,55	SD	-7,19	-4,09	SD	-10,07	-5,74	SD
2013–2014	0,74	0,22	0,30	WD	0,02	0,03	WD	2,89	3,93	END	7,53	10,23	END
2014–2015	-1,97	-1,85	0,94	RC	-0,58	0,29	WND	-2,99	1,51	RD	-4,91	2,49	RD
2015–2016	0,19	3,03	15,65	END	1,19	6,14	END	-1,13	-5,84	SD	-1,22	-6,31	SD
2016–2017	1,83	1,83	1,00	EC	1,40	0,77	WD	-3,06	-1,68	SD	0,74	0,41	WD
2017–2018	2,81	6,15	2,19	END	2,12	0,75	WD	-2,67	-0,95	SD	-1,55	-0,55	SD
2018–2019	2,03	0,18	0,09	WD	0,52	0,26	WD	-9,19	-4,52	SD	7,53	3,70	END
2011–2019	11,86	8,00	0,67	WD	5,57	0,47	WD	-25,77	-2,17	SD	-7,94	-0,67	SD
КНР													
2011–2012	7,86	3,67	0,47	WD	5,09	0,65	WD	-5,55	-0,71	SD	4,24	0,54	WD
2012–2013	7,77	3,15	0,41	WD	8,43	1,09	EC	1,86	0,24	WD	0,49	0,06	WD
2013–2014	7,43	2,62	0,35	WD	7,90	1,06	EC	-3,58	-0,48	SD	-1,34	-0,18	SD
2014–2015	7,04	0,36	0,05	WD	-0,18	-0,03	SD	-1,57	-0,22	SD	-0,43	-0,06	SD
2015–2016	6,85	-0,56	-0,08	SD	4,75	0,69	WD	-2,01	-0,29	SD	-2,19	-0,32	SD
2016–2017	6,95	3,76	0,54	WD	7,29	1,05	EC	-2,37	-0,34	SD	-0,04	-0,01	SD
2017–2018	6,75	4,78	0,71	WD	8,91	1,32	END	-1,21	-0,18	SD	-1,95	-0,29	SD
2018–2019	5,95	4,62	0,78	WD	4,82	0,81	EC	-3,49	-0,59	SD	-0,29	-0,05	SD
2011–2019	72,75	24,58	0,34	WD	57,44	0,79	WD	-16,71	-0,23	SD	-1,64	-0,02	SD

Таблица 6. Изменение показателей экономического развития и ресурсопотребления, коэффициенты эластичности и типы декарбонизации в регионах Востока РФ, 2011–2019 гг.

Регион	$\Delta Y, \%$	Топливо-энергетические ресурсы			Электрическая энергия			Вода на производственные и сельскохозяйственные нужды		
		$\Delta EPE, \%$	KD_t	Tun	$\Delta EEC, \%$	KD_t	Tun	$\Delta EWU, \%$	KD_t	Tun
Амурская обл.	3,04	-5,05	-1,66	SD	0,61	0,20	WD	-4,51	-1,49	SD
Еврейская АО	-13,63	44,00	-3,23	SND	0,64	-0,05	SND	-60,07	4,41	RD
Забайкальский край	1,06	0,57	0,53	WD	0,57	0,54	WD	-9,16	-8,61	SD
Иркутская обл.	29,85	5,93	0,20	WD	-1,42	-0,05	SD	-18,16	-0,61	SD
Камчатский край	16,06	-6,41	-0,40	SD	19,54	1,22	END	-16,18	-1,01	SD
Магаданская обл.	28,32	34,93	1,23	END	38,46	1,36	END	6,20	0,22	WD
Приморский край	-2,74	-22,21	8,11	RD	7,65	-2,80	SND	-24,42	8,92	RD
Республика Бурятия	-1,03	-61,66	60,00	RD	-3,94	3,83	RD	-2,78	2,70	RD
Республика Саха (Якутия)	23,68	12,89	0,54	WD	51,28	2,17	END	20,96	0,89	EC
Сахалинская обл.	3,79	53,91	14,21	END	17,20	4,53	END	-45,32	-11,94	SD
Хабаровский край	1,37	17,13	12,49	END	3,01	2,20	END	19,98	14,57	END
Чукотский АО	20,59	-42,67	-2,07	SD	49,31	2,39	END	22,68	1,10	EC

В последние годы в Китае нарастает водный кризис: две трети его городов испытывают недостаток воды, более 40% рек имеют высокую степень загрязненности, а 80% озёр страдают от эвтрофикации²⁰. В этой связи китайское правительство предпринимает меры по повышению эффективности использования водных ресурсов, что дает определённые результаты. Так, в 2017 г. объем потребления воды на единицу экономического результата в стране снизился на 30% по отношению к 2012 г.²¹ Результаты наших расчетов также показывают преимущественно сильное разделение между трендами ВВП и объемами водопотребления (на уровнях и страны в целом, и рассматриваемых провинций). При этом снижение потребления воды для производственных нужд в стране было более существенным, чем в сельском хозяйстве (16,7% против 1,6% в 2011–2019 гг.).

В России в производственной сфере также отмечается более благополучная ситуация в части разделения эколого-экономических трендов: в большинстве случаев экономический рост сопровождается снижением водопотребления (*SD*). Исключение составляют 2013–2014 гг., когда водопотребление увеличилось существеннее, чем ВВП (*END*) и 2014–2015 гг., когда отмечалось снижение рассматриваемых эколого-экономических показателей (*RD*). Анализируемые российские регионы характеризуются различным характером взаимосвязи между изменением ВРП и водопотреблением: в 2011–2019 гг. в пяти из них выявлен сильный декаплинг (Амурская, Иркутская, Сахалинская области, Камчатский и Забайкальский края), в трех – рецессивный (Еврейская АО, Приморский край и Республика Бурятия). Негативная экспансивная связь (*END*) между изучаемыми трендами наблюдается в Хабаровском крае, где темпы роста объемов использования воды на производственные и сельскохозяйственные нужды заметно превышают скорость экономического роста.

Заключение

Основываясь на полученных результатах, можно отметить следующее. В последние годы в России и Китае наблюдается

²⁰ Чему может научить водный кризис в Китае? URL: <https://www.epochtimes.ru/chemu-vodnyj-krizis-v-kitae-mozhet-nauchit-mir-99028803/> (дата обращения: 17.10.2022).

²¹ В КНР сдерживают водопотребление и повышают его эффективность. URL: <https://gazeta-n1.ru/news/society/73216/> (дата обращения: 17.10.2022).

позитивная тенденция в эколого-экономическом развитии: экономический рост сопровождался снижением отдельных видов негативного воздействия на окружающую среду. Оценка состояний декарбонизации показала, что в КНР и ее регионах наиболее благополучная ситуация складывается по выбросам диоксида серы и окислов азота, а в РФ и ее восточных регионах – по сбросам загрязненных сточных вод. Особую обеспокоенность вызывает проблема, связанная с накоплением отходов производства и потребления в России. По данному виду экологической нагрузки в стране и ее восточных территориях выявлен преимущественно негативный экспансивный декарбонизационный индекс (*END*), т.е. количество отходов растет быстрее, чем экономический результат.

Рассматриваемый в исследовании период характеризовался снижением объемов использования воды на производственные и сельскохозяйственные нужды в обеих странах. Но если в китайских провинциях имеется сильное разделение между темпами роста ВВП и водопотребления, то российские регионы демонстрируют различный тип взаимосвязи, в том числе и негативный экспансивный декарбонизационный индекс (*END*). То же можно сказать о потреблении топливно-энергетических ресурсов и электрической энергии в некоторых регионах Востока РФ. При этом на уровне национальных экономик в 2011–2019 гг. отмечался слабый декарбонизационный индекс (*WD*) в потреблении первичной и электрической энергии.

В целом Китай и его приграничные регионы демонстрируют более позитивный вектор развития. В последние годы страна активно продвигается к построению модели зеленой экономики, прилагая особые усилия в деле защиты окружающей среды и повышения эффективности использования собственных ресурсов. Возрастающий спрос на сырье Китай покрывает за счет импорта, в том числе из России [Антонова, Ломакина, 2021; Забелина, 2022]. Китайские инвесторы проявляют повышенный интерес к проектам по добыче минеральных ресурсов на востоке РФ, последующая переработка сырья, как правило, осуществляется уже на территории КНР. Подобный формат трансграничного сотрудничества может привести к негативным для России последствиям: закреплению сырьевого характера развития приграничных регионов, ухудшению их экологии. В одном из исследований отмечается, что «продвижение китайской “экологической цивилизации” потенциально несет не только дополнительные возможности для

развития, но и риски углубления трансграничной асимметрии и экологически неравноценного обмена» [Глазырина, Симонов, 2015. С. 62].

Одним из примеров может служить проект, предусматривающий создание в поселке Култук Иркутской области завода по розливу воды из озера Байкал с перспективой экспорта продукции в Китай²². Строительство завода осуществлялось с многочисленными нарушениями природоохранного законодательства, что вызвало большой общественный резонанс²³. Подобные случаи экологически-неравноценного обмена имели место и в других природно-ресурсных регионах РФ [Глазырина, 2021; Забелина, 2019].

В сложившейся ситуации важной задачей является сохранение направленности на достижение «собственных интересов» регионов РФ, которые, помимо обеспечения высоких темпов экономического роста, должны включать и нематериальные составляющие благосостояния, в том числе – сохранение комфортных экологических условий для местного населения.

Литература

Акулов А. О. Влияние угольной промышленности на окружающую среду и перспективы развития по модели декаплинга // Регион: Экономика и Социология. 2014. № 1(81). С. 272–288.

Аникина И. Д., Аникин А. А. Оценка эффекта декаплинга на примере регионов ЮФО // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. № 4. С. 138–147. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2019.4.13>

Антонова Н. Е., Ломакина Н. В. Дальневосточные ресурсные проекты в условиях модернизации механизмов российско-китайского сотрудничества: новые оценки // Власть и управление на Востоке России. 2021. № 4(97). С. 39–52. DOI: 10.22394/1818-4049-2021-97-4-39-52

Арсаханова З. А. Хажмурадов З. Д., Хажмурадова С. Д. Декаплинг в экономике – сущность, определение и виды // Общество, экономика, управление. 2019. Т. 4. № 4. С. 13–18.

Бобылев С. Н., Захаров В. М. Эффект «декаплинга» // Бюллетень «На пути к устойчивому развитию России». «Зеленая» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития. 2012. № 60. С. 62–65.

Гильмундинов В. М., Тагаева Т. О. Экологические аспекты новой волны сырьевой индустриализации Азиатской России // Журнал Сибирского федераль-

²² Строительство завода было начато ООО «Аквасиб» (99% акций принадлежит Дацинской водной компании из Китая).

²³ На Байкале сноят скандальный китайский завод по выкачиванию питьевой воды. URL: <https://www.infpol.ru/225815-na-baykale-snosyat-skandalnyy-kitayskiy-zavod-po-vykachivaniyu-pitevoy-vody/> (дата обращения: 18.10.2022).

ного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2021. Т. 14. № 7. С. 998–1007. DOI: 10.17516/1997–1370–0779

Гильмундинов В. М., Тагаева Т. О., Бокслер А. И. Анализ и прогнозирование процессов обращения с отходами в РФ // Проблемы прогнозирования. 2020. № 1. С. 126–134.

Глазырина И. П. Проблемы экологически неравноценного обмена в XXI веке // ЭКО. 2021. № 9(567). С. 94–124. DOI: 10.30680/ECO0131–7652–2021–9–94–124

Глазырина И. П., Забелина И. А. Перспективы «зеленого» роста на Востоке России и Новый Шелковый путь // ЭКО. 2016. № 7(505). С. 5–20.

Глазырина И. П., Симонов Е. А. «Экологическая цивилизация» Китая: новые вызовы или новые перспективы для России? // ЭКО. 2015. № 7. С. 52–72.

Глазырина И. П., Фалейчик Л. М., Яковлева К. А. Социально-экономическая эффективность и «зеленый» рост регионального лесопользования // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 17–25.

Ерохин В. Л. Пятилетний план Китая на 2021–2025 годы и долгосрочные ориентиры развития экономики страны // Маркетинг и логистика. 2021. № 2(34). С. 5–15.

Забелина И. А. Оценка социо-эколого-экономического благополучия регионов востока России с использованием расширенной функции А. Сена / И. А. Забелина // Экономика региона. 2022. Т. 18. № 2. С. 398–412. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022–2–7

Забелина И. А. Эффект декарбонизации в эколого-экономическом развитии регионов – участников трансграничного взаимодействия // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 1. С. 241–255. DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15

Мкртчян Г. М., Тагаева Т. О., Цвелодуб Ю. О. Анализ и прогноз экологической нагрузки в России // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17. № 1. С. 57–69.

Мотошкина М. А., Черных В. Н., Ширанова С. Д. Загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления как одна из наиболее острых эколого-экономических проблем в Республике Бурятия // Астраханский вестник экологического образования. 2019. № 1(49). С. 136–142.

Поляков В. В. Декарбонизация как механизм устранения эколого-экономических противоречий: сущностное содержание и особенности оценки // Экономика и экология территориальных образований. 2021. Т. 5. № 4. С. 37–43. DOI: 10.23947/2413–1474–2021–5–4–37–43

Пыжев А. И., Пыжева Ю. И. Оценка регионального социо-эколого-экономического благополучия Красноярского края: новый подход // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 34(409). С. 30–40.

Третьякова Е. А. Экологическая интенсивность экономического развития регионов Северо-Запада // Балтийский регион. 2019. Т. 11. № 1. С. 14–28. DOI: 10.5922/2079–8555–2019–1–2

Фомина В. Ф. Выявление эффекта декарбонизации в основных отраслях экономики Республики Коми // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15. № 1. С. 176–193. DOI: 10.15838/esc.2022.1.79.9

Шкиперова Г. Т. Анализ и моделирование взаимосвязи между экономическим ростом и качеством окружающей среды (на примере Республики Карелия) // *Экономический анализ: теория и практика*. 2014. № 43 (394). С. 41–49.

Яшалова Н. Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона // *Региональная экономика: теория и практика*. 2014. № 39. С. 55–61.

Bobylev S. N., Kudryavtseva O. V., Yakovleva Ye. Yu. Regional priorities of green economy // *Экономика региона*. 2015. № 2 (42). С. 148–159. DOI: 0.17059/2015–2–12

Clarke M., Islam S. Diminishing and negative welfare returns of economic growth: an index of sustainable economic welfare (ISEW) for Thailand // *Ecological Economics*. 2005. № 54. P. 81–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.003>

Duan X., Li X., Tan W., Xiao R. Decoupling relationship analysis between urbanization and carbon emissions in 33 African countries // *Heliyon*. 2022. Vol. 8. № 9. e10423. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10423>

Finel N., Tapio P. Decoupling transport CO₂ from GDP [Эл. ресурс]. URL: https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147511/eBook_2012-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 05.09.2022).

Kallis G. In Defence of Degrowth // *Ecological Economics*. 2011. Vol. 70. № 5. Pp. 873–880. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.007>

Mathews J. A. Green growth strategies: Korean and Chinese initiatives // *Carbon Management*. 2014. Vol. 3. № 4. Pp. 353–356. DOI: <https://doi.org/10.4155/cmt.12.43>

Naqvi A., Zwickl K. Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sectors and air pollutants // *Ecological Economics*. 2017. Vol. 133. Pp. 111–126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.017>

Regueiro-Ferreira R.M., Alonso-Fernandez P. Ecological elasticity, decoupling, and dematerialization: Insights from the EU-15 study (1970–2018) // *Ecological Indicators*. 2022. Vol. 140, 109010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109010>

Schneider F., Kallis G., Martinez-Alier J. Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue // *Journal of Clean Production*. 2010. Vol. 18. № 6. Pp. 511–518. DOI: 10.1016/j.jclepro.2010.01.014

Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 // *Transport Policy*. 2005. № 12. Pp. 137–151. DOI: 10.1016/j.tranpol.2005.01.001

Van den Bergh J. C.J.M., Kallis G. Growth, A-growth or degrowth to stay within planetary boundaries? // *Journal of Economic Issues*. 2012. Vol. 46. № 4. Pp. 909–920. DOI: 10.2753/JEI0021-3624460404

Vehmas J., Kaivo-oja J., Luukkanen J. Global trends of linking environmental stress and economic growth. [Эл. ресурс]. URL: (дата обращения: 21.09.2022).

Victor P. Growth, degrowth and climate change // *Ecological Economics*. 2012. Vol. 84. P. 206–212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.04.013>

Wang J., Li Z., Wu T., Wu S., Yin T. The decoupling analysis of CO₂ emissions from power generation in Chinese provincial power sector // *Energy*. 2022. Vol. 255. 124488. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124488>

Zabelina I.A. Russia and China: comparative analysis of ecological and economic development trends // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Environmental Transformation and Sustainable Development in Asian Region. 2021. 012018.

Статья поступила 19.12.2022

Статья принята к публикации 27.12.2022

Для цитирования: *Забелина И.А.* Россия и Китай: экологический и ресурсный эффекты декарпинга // ЭКО. 2023. № 3. С. 68–92. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-3-68-92

Summary

*Zabelina, I.A., Cand. Sci. (Econ.). E-mail: i_zabelina@mail.ru
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS, Chita*
Russia and China: Ecological and Resource Effects of Decoupling

Abstract. The paper examines the relationship between economic growth in the regions of Eastern Russia and Northeast China and its accompanying negative consequences – environmental pollution and resource consumption. The assessment of decoupling states is made on the basis of official statistical data using the adapted model “The Decoupling Diamond”. A wide range of decoupling states, from strong to expansive negative, was identified for certain types of negative environmental impacts and consumption of key resources, which allows assessing “strong” and “weaknesses” in the environmental and economic development of the two countries. The risks of ecologically unequal exchange in transboundary cooperation between Russia and China are noted.

Keywords: *economic development; negative environmental impact; resource consumption; decoupling; elasticity; regions of Russia's East; regions of China's North-East; Russian-Chinese cooperation*

References

- Akulov, A.O. (2014). Regional environmental impacts of coal industry and development prospects according to a decoupling model. *Region: Economics and Sociology*. No. 1 (81). Pp. 272–288. (In Russ.).
- Anikina, I.D., Anikin, A.A. (2019). Assessment of the Decoupling Effect Based on the Regions of the Southern Federal District. *Regional Economy. South of Russia*. Vol. 7, No. 4. Pp. 138–147. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2019.4.13> (In Russ.).
- Antonova, N.E., Lomakina, N.V. (2021). The Far Eastern resource projects in the context of modernization of the mechanisms of the russian-chinese cooperation: new assessments. *The Power and Administration in the East of Russia*. No. 4(97). Pp. 39–52. DOI: 10.22394/1818-4049-2021-97-4-39-52 (In Russ.).
- Arsakhanova, Z.A., Khazhmuradov, Z.D., Khazhmuradova, S.D. (2019). Decapling in the economy – essence, definition and types. *Society, Economy, Management*. Vol. 4. No. 4. Pp. 13–18. (In Russ.).

Bobylev, S.N., Kudryavtseva, O.V., Yakovleva, Ye. Yu. (2015). Regional priorities of green economy. *Economy of Region*. No. 2 (42). Pp. 148–159. DOI: 0.17059/2015–2–12

Bobylev, S.N., Zakharov, V.M. (2012) Effect of decoupling. *Bulletin “On the way to sustainable development of Russia”*. “Green” economy and modernization. *Ecological and economic foundations of sustainable development*. No. 60. Pp. 62–65. (In Russ.).

Clarke, M., Islam, S. (2005). Diminishing and negative welfare returns of economic growth: an index of sustainable economic welfare (ISEW) for Thailand. *Ecological Economics*. No. 54. Pp. 81–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.003>

Duan, X., Li, X., Tan, W., Xiao, R. (2022). Decoupling relationship analysis between urbanization and carbon emissions in 33 African countries. *Heliyon*. Vol. 8. No. 9. e10423. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10423>

Erokhin, V.L. (2021). China’s five-year plan for 2021–2025 and the long-range economic development benchmarks. *Marketing and Logistics*. No. 2(34). Pp. 5–15. (In Russ.).

Finel, N., Tapio, P. (2006). Decoupling transport CO₂ from GDP. Available at: https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147511/eBook_2012–1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accessed 05.09.2022).

Fomina, V.F. (2022). Identifying the effect of decoupling in major economic sectors of the Komi Republic. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. Vol. 15. No. 1. Pp. 176–193. DOI: 10.15838/esc.2022.1.79.9. (In Russ.).

Gilmundinov, V.M, Tagaeva, T.O. (2021). Environmental aspects of the new wave of raw materials industrialization in Asian Russia. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. Vol. 14. No. 7. Pp. 998–1007. DOI: 10.17516/1997–1370–0779. (In Russ.).

Gilmundinov, V.M, Tagaeva, T.O., Boksler, A.I. (2020). Analysis and forecasting of waste management processes in Russia. *Problemy prognozirovaniya*. No. 1. Pp. 126–134. (In Russ.).

Glazyrina, I.P. (2021). Problems of environmentally unequal exchange in the 21st century. *ECO*. No. 9(567). Pp. 94–124. DOI: 10.30680/ECO0131–7652–2021–9–94–124 (In Russ.).

Glazyrina, I.P., Faleichik, L.M., Yakovleva, K.A. (2015). Socioeconomic effectiveness and “green” growth of regional forest use. *Geography and Natural Resources*. No. 4. Pp. 17–25. (In Russ.).

Glazyrina, I.P., Simonov, E.A. (2015). “Chinese environmental civilization”: the new challenges or the new opportunities for Russia? *ECO*. No. 7. Pp. 52–72. (In Russ.).

Glazyrina, I.P., Zabelina, I.A. (2016). The prospects of green growth in eastern Russia and the New silk road. *ECO*. No. 7(505). Pp. 5–20. (In Russ.).

Kallis, G. (2011). In Defence of Degrowth. *Ecological Economics*. Vol. 70. No. 5. Pp. 873–880. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.007>

Mathews, J.A. Green growth strategies: Korean and Chinese initiatives. (2014). *Carbon Management*. Vol. 3. No. 4. Pp. 353–356. DOI: <https://doi.org/10.4155/cmt.12.43>

Mkrtychyan, G.M., Tagaeva, T.O., Tselodub, Yu.O. (2017). Analysis and forecast of ecological load in Russia. *World of Economics and Management*. Vol. 17. No. 1. Pp. 57–69. (In Russ.).

Motoshkina, M.A., Chernykh, V.N., Shirapova, S.D. (2019). Environmental pollution by waste of production and consumption as one of the most acute environmental and economic problems in the Republic of Buryatia. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. No. 1(49). Pp. 136–142. (In Russ.).

Naqvi, A., Zwickl, K. (2017). Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sectors and air pollutants. *Ecological Economics*. Vol. 133. Pp. 111–126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.017>

Polyakov, V.V. (2021). Decapling as a mechanism for eliminating ecological and economic contradictions: the essential content and features of the assessment. *Economy and Ecology of Territorial Formations*. Vol. 5. No. 4. Pp. 37–43. DOI: [10.23947/2413-1474-2021-5-4-37-43](https://doi.org/10.23947/2413-1474-2021-5-4-37-43) (In Russ.).

Pyzhev, A.I., Pyzheva, Yu.I. (2015). Evaluation of regional ecological and socio-economic well-being of the Krasnoyarsk Krai: a new approach. *Regional economics: theory and practice*. No. 34(409). Pp. 30–40. (In Russ.).

Regueiro-Ferreira, R.M., Alonso-Fernandez, P. (2022). Ecological elasticity, decoupling, and dematerialization: Insights from the EU-15 study (1970–2018). *Ecological Indicators*. Vol. 140, 109010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109010>

Schneider, F., Kallis, G., Martinez-Alier, J. (2010). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. *Journal of Clean Production*. Vol. 18. No. 6. Pp. 511–518. DOI: [10.1016/j.jclepro.2010.01.014](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.014)

Shkiperova, G.T. (2014). Analysis and modeling of relationship between economic growth and environmental quality (the case of the Republic of Karelia). *Economic Analysis: Theory and Practice*. No. 43 (394). Pp. 41–49. (In Russ.).

Tapio, P. (2005). Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*. No. 12. Pp. 137–151. DOI: [10.1016/j.tranpol.2005.01.001](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.001)

Tretyakova, E.A. (2019). Environmental intensity of economic growth in the Baltic Sea Region. *Baltic Region*. Vol. 11. No. 1. Pp. 14–28. DOI: [10.5922/2079-8555-2019-1-2](https://doi.org/10.5922/2079-8555-2019-1-2) (In Russ.).

Van den Bergh, J.C.J.M., Kallis, G. (2012). Growth, A-growth or degrowth to stay within planetary boundaries?. *Journal of Economic Issues*. Vol. 46. No. 4. Pp. 909–920. DOI: [10.2753/JEI0021-3624460404](https://doi.org/10.2753/JEI0021-3624460404)

Vehmas, J., Kaivo-oja, J., Luukkanen, J. Global trends of linking environmental stress and economic growth. Available at: (accessed 21.09.2022).

Victor, P. (2012). Growth, degrowth and climate change. *Ecological Economics*. Vol. 84. Pp. 206–212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.04.013>

Wang, J., Li, Z., Wu, T., Wu, S., Yin, T. (2022). The decoupling analysis of CO₂ emissions from power generation in Chinese provincial power sector. *Energy*. Vol. 255. 124488. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124488>

Yashalova, N.N. (2014). Analysis of the decoupling effect in ecological and economic activity of a region. *Regional economics: Theory and practice*. No. 39. Pp. 55–61. (In Russ.).

Zabelina, I.A. (2019). Decoupling in environmental and economic development of regions-participants of crossborder cooperation. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. Vol. 12, No. 1. Pp. 241–255. DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15 (In Russ.).

Zabelina, I.A. (2021). Russia and China: comparative analysis of ecological and economic development trends. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 012018.

Zabelina, I.A. (2022). Assessment of the socio-ecological and economic welfare of the Russian Eastern regions using Sen's extended function. *Economy of Region*. Vol. 18. No. 2. Pp. 398–412. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022–2–7 (In Russ.).

For citation: Zabelina, I.A. (2023). Russia and China: Ecological and Resource Effects of Decoupling. *ECO*. No. 3. Pp. 68–92. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-3-68-92