

Никоноров Сергей Михайлович

д-р экон. наук, профессор

Шулин Чжан

соискатель

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова»

г. Москва

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ВЫБРОСАМИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА,
ПОТРЕБЛЕНИЕМ ИСКОПАЕМОЙ ЭНЕРГИИ
И ЭКОНОМИЧЕСКИМ РОСТОМ В КИТАЕ**

Аннотация: разделение потребления ископаемой энергии и выбросов углекислого газа является важной задачей для Китая в достижении своей цели «достижения пика выбросов углерода и углеродной нейтральности». На основе модели декарпинга Тапио в статье рассчитывается взаимосвязь между выбросами углерода в Китае, потреблением ископаемой энергии и экономическим ростом с 2001 по 2020 год. Результаты исследований показывают, что: индекс декарпинга между выбросами углерода в Китае и экономическим ростом с 2001 по 2020 год находится в диапазоне $-0,229-1,283$, Индекс декарпинга между потреблением угля и экономическим ростом находится в пределах $-0,474-1,523$, Индекс декарпинга между потреблением сырой нефти и экономическим развитием находится в пределах $0,080-1,197$. В целом, выбросы углекислого газа в Китае, потребление ископаемой энергии и экономическое развитие находятся в состоянии слабого декарпинга. На основе этих расчетов в данной статье выдвигаются соответствующие предложения по ускорению разделения выбросов углекислого газа и потребления ископаемой энергии.

Ключевые слова: выбросы углерода, потребление ископаемой энергии, экономический рост, модель декарпинга, Китай.

1. Введение.

Чтобы смягчить все более серьезную климатическую проблему, Китай предложил на Генеральной Ассамблее Организации Объединенных Наций цель «двойного углерода»: «достижение пика выбросов углерода и углеродной нейтральности». Изменение модели экономического роста, развитие низкоуглеродной экономики и достижение сильного декарбонизации экономического роста и выбросов углекислого газа призвано не только достичь цели «двойного углерода», но и удовлетворить собственные потребности развития Китая. Ископаемое топливо является основным источником выбросов углерода в энергетической отрасли, и изучение взаимосвязи между потреблением ископаемой энергии и выбросами углерода имеет большое значение для Китая. Что касается исследования декарбонизации выбросов углерода в энергетической отрасли, ученые провели исследования по нескольким аспектам, таким как состояние декарбонизации выбросов углерода, факторы, влияющие на декарбонизацию выбросов углерода, а также изменяющиеся характеристики декарбонизации выбросов углерода во времени и пространстве. В своем исследовании состояния разделения Пэн Цзявэнь [1] и другие обнаружили, что экономическое развитие Китая и выбросы углекислого газа в будущем все еще будут находиться в состоянии слабого декарбонизации. Что касается факторов, влияющих на выбросы углерода, исследования Ван Си [2] и других показали, что интенсивность выбросов углерода, экономическое развитие, промышленная структура и численность населения являются основными факторами, влияющими на выбросы углерода. Ши Цзяньпин [3] и другие на основе теории Тапио рассчитали состояние декарбонизации потребления энергии и экономического роста в период с 2008 по 2017 год и изучили влияющие факторы, обнаружили, что экономический рост и энергоемкость оказывают наибольшее влияние на выбросы углерода. Что касается изучения региональных выбросов углерода, Ли Ли [4] использовал модель декарбонизации Тапио и метод среднего логарифмического разложения Дирихле для изучения взаимосвязи декарбонизации между выбросами углерода в энергетике и экономическим ростом в Экономическом поясе реки Янцзы с 2000 по 2017 год и предложил предложение по содействию низкому уровню выбросов Соответствующие предложения по развитию

выбросов углерода. Чжао Хуилян [5] и другие использовали модель декаплинга для изучения взаимосвязи между потреблением угля и экономическим ростом в провинции Шаньси, а также его изменяющихся характеристик во времени и пространстве.

2. Источники данных и методы исследования.

2.1. Источник данных.

Данные для расчета индекса декаплинга в исследовании включают ВВП, потребление угля, потребление сырой нефти и другие данные, полученные от Национального бюро статистики за период с 2000 по 2020 год, а данные об общих выбросах углерода в Китае взяты из Всемирного банка [6].

2.2. Методы исследования.

Модель декаплинга.

Понятие декаплинг появилось в области физики и первоначально использовалось для обозначения отсутствия зависимости отклика между двумя физическими величинами с соответствующими соотношениями. Позже ученые начали использовать модель декаплинга для анализа взаимосвязи между экономическим ростом, потреблением энергии и окружающей средой. Существует две модели анализа разделения: модель декаплинга OECD и модель Тапио. Модель Тапио анализируется путем расчета относительной скорости изменений в каждом периоде. Это упругий анализ, преимущества которого заключаются в том, что на него не влияют изменения размеров и стабильные результаты расчетов [7]. Поэтому в этой статье будет использоваться модель декаплинга Тапио для отдельного измерения взаимосвязи разделения между выбросами углерода в Китае, потреблением ископаемой энергии и ВВП Китая. Выражение для расчета (на примере выбросов углекислого газа и ВВП Китая):

$$T = \frac{\Delta C}{\Delta GDP} = \frac{(C_t - C_{t-1})/C_{t-1}}{(GDP_t - GDP_{t-1})/GDP_{t-1}}$$

где T – индекс декаплинга между выбросами углерода и экономическим ростом, C – выбросы углекислого газа, ВВП – это валовой внутренний продукт, ΔC

представляет собой изменение выбросов углекислого газа, а ΔGDP представляет собой изменение валового внутреннего продукта.

Таблица 1. Классификация состояний развязки

вид декаплинга		ΔGDP	ΔCO_2	индекс декаплинга	Критерии отнесения к определенному уровню	значение
декаплинг	Сильный декаплинг	>0	<0	$T < 0$	Экономика растет, выбросы углекислого газа падают	идеальное состояние
	Слабый декаплинг	>0	>0	$0 < T < 0.8$	Экономика растет, выбросы углекислого газа увеличиваются, а темпы роста выбросов углекислого газа медленнее, чем темпы экономического роста.	относительноидеальное состояние
	экспансивный негативный декаплинг	<0	<0	$T > 1.2$	Экономика находится в состоянии рецессии, выбросы углекислого газа падают, а экономический рост падает медленнее, чем растут выбросы углекислого газа.	разрешенный статус
	Сильный негативный каплинг	<0	>0	$T < 0$	Экономика в рецессии, выбросы углекислого газа растут	
	слабый негативный каплинг	<0	<0	$0 < T < 0.8$	Экономика находится в состоянии	

					рецессии, выбросы углекислого газа падают, а экономический рост снижается быстрее, чем растут выбросы углекислого газа.	
	экспансивный негативный декаплинг	>0	>0	$T > 1.2$	Экономика растет, выбросы углекислого газа увеличиваются, и выбросы углекислого газа растут быстрее, чем растет экономика.	
	Экспансивный каплинг	>0	>0	$0.8 < T < 1.2$	Экономика растет, выбросы углекислого газа увеличиваются	нежелательное состояние
	рецессивный декаплинг	<0	<0	$0.8 < T < 1.2$	Экономика в рецессии, выбросы углекислого газа падают	разрешенный статус

3. Анализ декаплинга выбросов углекислого газа в Китае, потребления ископаемой энергии и экономического роста

3.1. Состояние изменения в выбросах углекислого газа и потреблении ископаемой энергии и экономический рост

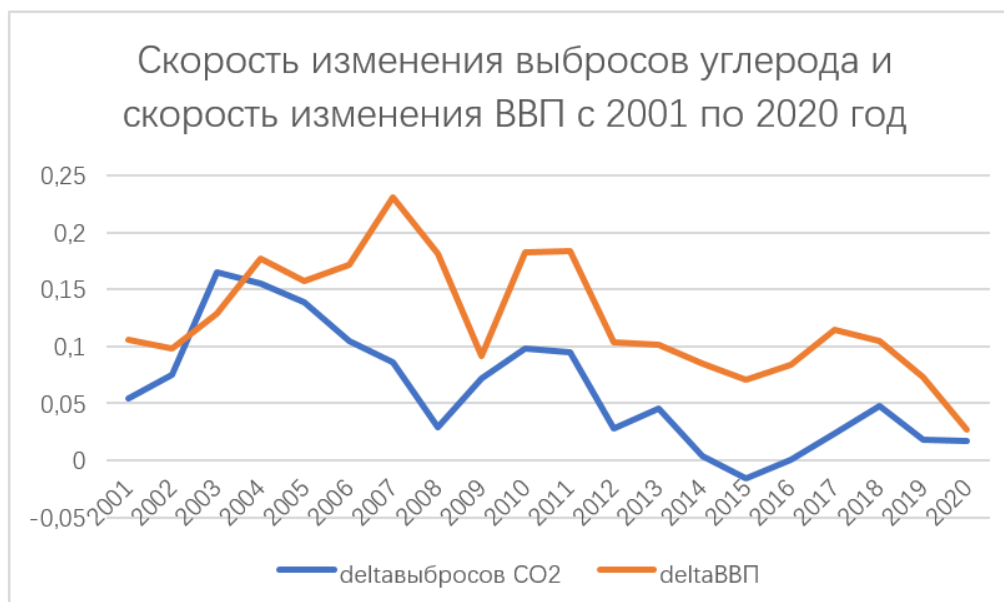


Рис. 1. Изменение выбросов углекислого газа в Китае и темпы экономического роста с 2000 по 2020 год

Как видно из рисунка 1, тенденция изменения выбросов углерода и темпов изменения ВВП Китая с 2000 по 2020 год. С точки зрения тенденций изменений, как темпы изменения выбросов углекислого газа, так и темпы роста ВВП с 2001 по 2005 год демонстрировали медленную тенденцию к росту. С 2005 по 2008 год темпы изменения ВВП имели тенденцию к росту, тогда как темпы изменения выбросов углекислого газа имели тенденцию к снижению. Тенденции изменения темпов изменения выбросов углекислого газа и темпов изменения ВВП с 2009 по 2020 год в основном согласуются.

3.2. Анализ статуса декарбонизации выбросов углерода, потребления ископаемой энергии и экономического развития Китая

В этой статье мы рассчитали скорость изменения выбросов углерода в Китае и ВВП с 2000 по 2020 год и получили индекс декарбонизации выбросов углерода в Китае и экономического развития. Результаты расчета показаны в таблице 2. Из Таблицы 2 видно, что состояние между выбросами углерода в Китае и экономическим развитием, как правило, находится в слабом декарбонизации. С 2001 по 2005 год выбросы углекислого газа в Китае и экономическое развитие находились в состоянии экспансивный негативный декарбонизации и экспансивный карбонизации,

что не было идеальным. не удалось добиться сохранения и снижения энергии. С 2006 по 2012 год взаимосвязь между выбросами углерода в Китае и экономическим развитием находилась в основном в слабом декаплинге, что показывает, что Китай достиг относительно идеального состояния сокращения выбросов углерода при одновременном развитии своей экономики. Причина в том, что в этот период Китай начал уточнять цель достижения пиковых выбросов углекислого газа, а различные регионы активно проводили действия по сокращению выбросов углекислого газа для достижения цели развития экономики при одновременном контроле выбросов углекислого газа. С 2013 по 2020 год выбросы углерода в Китае и экономическое развитие в основном в слабом декаплинге, а индекс декаплинга был значительно ниже, чем раньше. Среди них идеальное состояние сильного декаплинга было достигнуто даже в 2014–2015 годах. Как видно из таблицы, темпы экономического роста замедлились с 2013 по 2020 год, а темпы роста выбросов углекислого газа были ниже темпов роста экономического роста. Видно, что этот временной период показывает, что влияние энергетики сохранение и сокращение выбросов имеют важное значение в этот период времени, и он постепенно движется к зеленому развитию.

Таблица 2

Статус разделения выбросов углекислого газа в Китае
и экономического развития

годы	ΔC	ΔGDP	Индекс декаплинга T	состояние декаплинга
2000-2001	0.055	0.106	0.517	слабый декаплинг
2001-2002	0.076	0.098	0.773	слабый декаплинг
2002-2003	0.165	0.129	1.283	экспансивный негативный декаплинг
2003-2004	0.156	0.178	0.876	Экспансивный каплинг
2004-2005	0.139	0.157	0.884	Экспансивный каплинг
2005-2006	0.105	0.171	0.614	слабый декаплинг

2006-2007	0.086	0.231	0.374	слабый декаплинг
2007-2008	0.030	0.182	0.162	слабый декаплинг
2008-2009	0.072	0.092	0.787	слабый декаплинг
2009-2010	0.098	0.182	0.537	слабый декаплинг
2010-2011	0.095	0.184	0.518	слабый декаплинг
2011-2012	0.028	0.104	0.268	слабый декаплинг
2012-2013	0.046	0.101	0.455	слабый декаплинг
2013-2014	0.004	0.085	0.049	слабый декаплинг
2014-2015	-0.016	0.070	-0.229	сильный декаплинг
2015-2016	0.000	0.084	0.002	слабый декаплинг
2016-2017	0.023	0.115	0.202	слабый декаплинг
2017-2018	0.047	0.105	0.452	слабый декаплинг
2018-2019	0.019	0.073	0.253	слабый декаплинг
2019-2020	0.017	0.027	0.616	слабый декаплинг

Согласно таблице 3, видно, что взаимосвязь между потреблением угля в Китае и экономическим развитием Китая в период с 2000 по 2020 год, как правило, находится в слабом декаплинге. С 2001 по 2005 год потребление угля и экономическое развитие Китая находились в основном в состоянии Экспансивного каплинга, Из него видно, что в этот период, в то время как экономика росла, росло и потребление угля. В 2002–2003 годах темпы роста потребления угля превышали темпы экономического роста. С 2006 по 2013 год связь между потреблением угля в Китае и экономическим развитием в целом была слабый декаплинг. С 2013 по 2016 год потребление угля и экономическое развитие Китая находились в идеальном состоянии сильного декаплинга. Хотя в период с 2016 по 2020 год потребление угля и экономическое развитие Китая находятся в состоянии слабого декаплинга, Однако индекс декаплинга значительно снизился, что

показывает, что по мере перехода Китая к низкоуглеродной экономике его зависимость от угля постепенно снижается.

Таблица 3

Статус отделения потребления угля от экономического развития Китая

годы	$\Delta COAL$	ΔGDP	Индекс декарпига Т	состояние декарпига
2000-2001	0.054	0.106	0.515	слабый декарпиг
2001-2002	0.074	0.098	0.751	слабый декарпиг
2002-2003	0.196	0.129	1.523	экспансивный негативный декарпиг
2003-2004	0.155	0.178	0.870	Экспансивный карпиг
2004-2005	0.147	0.157	0.935	Экспансивный карпиг
2005-2006	0.112	0.171	0.653	слабый декарпиг
2006-2007	0.073	0.231	0.316	слабый декарпиг
2007-2008	0.035	0.182	0.193	слабый декарпиг
2008-2009	0.081	0.092	0.885	Экспансивный карпиг
2009-2010	0.074	0.182	0.405	слабый декарпиг
2010-2011	0.114	0.184	0.622	слабый декарпиг
2011-2012	0.059	0.104	0.564	слабый декарпиг
2012-2013	0.031	0.101	0.305	слабый декарпиг
2013-2014	-0.025	0.085	-0.298	сильный декарпиг
2014-2015	-0.033	0.070	-0.474	сильный декарпиг
2015-2016	-0.028	0.084	-0.330	сильный декарпиг
2016-2017	0.007	0.115	0.058	слабый декарпиг
2017-2018	0.015	0.105	0.147	слабый декарпиг

2018-2019	0.011	0.073	0.154	слабый декаплинг
2019-2020	0.007	0.027	0.267	слабый декаплинг

В таблице 4 показано состояние декаплинга потребления сырой нефти и ВВП Китая в период с 2000 по 2020 год. Существуют два состояния слабого декаплинга и Экспансивного каплинга. С 2002 по 2004 год независимая связь между потреблением сырой нефти и экономическим развитием оказалась в состоянии, Экспансивного каплинга. Причина в том, что в этот период уголь был не в состоянии удовлетворить растущий спрос Китая на энергию, и нефть стала единственным доступным альтернативным источником энергии. Нефтяные компании накопили дополнительные запасы сырой нефти, что напрямую привело к увеличению спроса на сырую нефть в Китае на 16,5% в 2004 году. С 2004 по 2018 год потребление сырой нефти и экономическое развитие в целом находились в состоянии слабого декаплинга. Лишь в 2018 году взаимосвязь между потреблением сырой нефти и экономическим развитием начала проявляться в связи экспансивного каплинга. Причина в том, что в период «тринадцатой пятилетки» спрос на нефть в Китае демонстрировал характеристики «сначала низкого, а затем высокого». В более поздний период 13-й пятилетки показатели обрабатывающей промышленности превзошли ожидания, а рост спроса был вызван существенным увеличением мощностей нефтеперерабатывающего и химического производства. Преобразование и модернизация нефтеперерабатывающих и химических предприятий заменили часть импортного сырья и скрыто увеличили потребление нефти. Более низкое, чем ожидалось, развитие альтернативных источников энергии также является одной из причин роста потребления нефти на поздних этапах 13-й пятилетки.

Таблица 4

Взаимосвязь между потреблением сырой нефти
в Китае и экономическим развитием

годы	ΔP	ΔGDP	Индекс декаплинга Т	состояние декаплинга
------	------------	--------------	---------------------	----------------------

2000-2001	0.008	0.106	0.080	слабый декаплинг
2001-2002	0.060	0.098	0.612	слабый декаплинг
2002-2003	0.110	0.129	0.849	Экспансивный каплинг
2003-2004	0.152	0.178	0.856	Экспансивный каплинг
2004-2005	0.037	0.157	0.236	слабый декаплинг
2005-2006	0.072	0.171	0.418	слабый декаплинг
2006-2007	0.055	0.231	0.240	слабый декаплинг
2007-2008	0.043	0.182	0.239	слабый декаплинг
2008-2009	0.074	0.092	0.804	Экспансивный каплинг
2009-2010	0.124	0.182	0.682	слабый декаплинг
2010-2011	0.025	0.184	0.138	слабый декаплинг
2011-2012	0.062	0.104	0.595	слабый декаплинг
2012-2013	0.042	0.101	0.419	слабый декаплинг
2013-2014	0.061	0.085	0.709	слабый декаплинг
2014-2015	0.062	0.070	0.879	Экспансивный каплинг
2015-2016	0.043	0.084	0.511	слабый декаплинг
2016-2017	0.040	0.115	0.347	слабый декаплинг
2017-2018	0.061	0.105	0.578	слабый декаплинг
2018-2019	0.068	0.073	0.925	Экспансивный каплинг
2019-2020	0.033	0.027	1.197	Экспансивный каплинг

Заключение и предложения.

В этой статье использовали модель декаплинга Тапио для расчета взаимосвязи между выбросами углерода в Китае, потреблением ископаемой энергии и экономическим ростом с 2000 по 2020 год, и сделаны следующие выводы: (1)

Связь между выбросами углерода в Китае и экономическим развитием, как правило, находится в слабом декаплинге. С 2001 по 2005 год выбросы углекислого газа в Китае и экономическое развитие находились в состоянии экспансивного негативного декаплинга и экспансивного каплинга. С 2006 по 2020 год связь между выбросами углерода в Китае и экономическим развитием была в основном слабом декаплинге. Индекс декаплинга с 2013 по 2020 год был значительно ниже, чем раньше, а идеальное состояние сильной декаплинга было достигнуто даже в 2014–2015 годах. (2) Взаимосвязь между потреблением угля в Китае и экономическим развитием в целом слабого декаплинга. Среди них потребление угля и экономическое развитие Китая в основном находились в состоянии экспансивного каплинга с 2001 по 2005 год. В период с 2006 по 2020 год связь между потреблением угля в Китае и экономическим развитием в целом была слабого декаплинга. Среди них потребление угля и экономическое развитие Китая находились в идеальном состоянии сильного декаплинга с 2013 по 2016 год, что указывает на то, что по мере перехода Китая к низкоуглеродной экономике его зависимость от угля постепенно снижается. (3) состояние декаплинга потребления сырой нефти и ВВП Китая в период с 2000 по 2020 год. Существуют два состояния слабого декаплинга и Экспансивного каплинга.

По результатам расчетов в данной статье предлагаются следующие меры противодействия и предложения:

Изменить режим экономического роста: повысить технический уровень, устранить отсталую производительность, скорректировать структуру промышленности и способствовать ее оптимизации и совершенствованию. произойти переход от опоры на потребление материальных ресурсов к опоре на научно-технический прогресс и управленческие инновации.

Оптимизация структуры энергопотребления и переход к низкоуглеродному развитию: скорректировать структуру энергопотребления, сократить использование высокоуглеродной энергии, увеличить развитие и использование чистой энергии и заменить традиционную высокоуглеродистую энергетику.

Необходимо повысить энергоэффективности. и сократить энергетические отходы за счет технологических инноваций и обновленного оборудования.

Направлять людей к изменению их представлений о потреблении энергии: использовать Интернет и социальные сети для повышения осведомленности людей о низкоуглеродном потреблении энергии и повышения экологической осведомленности людей.

References

1. Peng Jiawen, Huang Xianjin, Zhong Taiyang, Zhao Yuntai. (2011). Research on the decoupling of China's economic growth and energy and carbon emissions. *Resource Science* (04), 626–633.
2. Wang Xi, Zhang Yan, Qin Yaochen and Jiang Xiangya. (2016). Spatiotemporal differentiation and regulation of factors affecting carbon emission changes in my country. *Economic Geography* (08), 158–165. doi:10.15957/j.cnki.jjdl.2016.08.023.
3. Shi Jianping, Li Xin, Luo Shan, Shi Keqiu Jiaqing. (2021). Research on the spatiotemporal characteristics and driving factors of China's low-carbon economic development. *Environmental Science and Technology* (01), 228–236. doi:10.19672/j.cnki.1003-6504.2021.01.028.
4. Li Li. (2021). Decoupling effect of energy and carbon emissions in the Yangtze River Economic Zone and its driving factors. *Western Economic Management Forum* (02), 44–53.
5. Zhao Huiliang, Pang Xiaohua. (2021). Analysis of decoupling between coal consumption and economic growth in Shanxi Province. *Coal* (02), 69–71.
6. [Electronic resource]. – Access mode: <https://data.worldbank.org.cn/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>
7. Wang Xinzhi, Gao Wenjing and Li Shenzhao. (2021). Research on the decoupling effect and influencing factors of China's energy carbon emissions. (eds.) *Proceedings of the 2021 Science and Technology Annual Conference of the Chinese Society of Environmental Sciences* (1) (pp. 79–84). Shanxi Finance University; doi:10.26914/c.cnkihy.2021.034912.