

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 330.43

JEL C01, P28

<https://doi.org/10.21122/2309-6667-2025-21-47-58>

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КРОСС-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ, ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА
И ЭКОЛОГИЧНОСТИ «ЗЕЛЕННОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА**

М. К. Жудро

доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры «Экономика и логистика»
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Ван Сяньпэн

аспирант
Международный институт управления и предпринимательства
г. Минск, Республика Беларусь

Ян Нин

аспирант
Международный институт управления и предпринимательства
г. Минск, Республика Беларусь

Ван Цзынин

аспирант
Международный институт управления и предпринимательства
г. Минск, Республика Беларусь

В ходе научных исследований комплексного решения проблемы скоординированного развития энергоснабжения, экономического роста и охраны окружающей среды в строительной индустрии установлена необходимость разработки методического инструментария эконометрической оценки кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства. Данный инструментарий позволяет рассчитывать суммарную факторную энерго-экономическую и экологическую эффективность строительных проектов в различных регионах Китая на основе детального анализа сложной кросс-пропорциональной взаимосвязи переменных бизнес-модели «зеленые строительные материалы – окружающая среда – энергия – экономика». Эконометрическая оценка предлагаемой бизнес-модели была выполнена на основе тестирования 9 строительных проектов в восточной, центральной и западной частях Китая и использования адекватных эмпирических данных. Сформулирован вывод о том, что в целом энергетическая и эколого-экономическая эффективность строительства зданий в Китае увеличивается из года в год при сохранении большого регионального ее различия и преимущественном использовании традиционных строительных материалов и энергии. И, как следствие, в различных исследуемых регионах Китая экологические показатели не в полной мере соответствуют требованиям правительства.

Ключевые слова: экономика, инструментарий, «зеленые» строительные материалы, энергия, затраты, экономический рост, эконометрика, оценка, кросс-взаимодействие.

Цитирование: Эконометрическая оценка кросс-взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства / М. К. Жудро,

Ван Сяньпэн, Ян Нин [и др.] // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2025. – Вып. 21. – С. 47–58. – <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2025-21-47-58>

Введение. Эконометрическая оценка национальной Китайской стратегии сокращения выбросов окиси углерода свидетельствует об определенной позитивной динамике ее реализации. Однако выбросы углерода в строительной отрасли несколько уступают в целом национальному их уровню. Так, согласно отчету об исследованиях энергопотребления зданий и выбросов углерода, в Китае в 2022 г. выбросы углекислого газа в строительстве зданий и сооружений составили 5,08 млрд тонн, что составляет 50,9 % от общего объема выбросов углерода в стране [1]. В целях эффективного решения проблемы снижения высоких выбросов углерода строительных предприятий профильные ведомства выступили с акцией по пропаганде «зеленого» строительства. Кроме того, в ответ на национальную стратегию «двойного углерода» Министерство жилищного строительства и городского и сельского развития выпустило «14-й пятилетний план по энергосбережению зданий и развитию зеленого строительства» [2]. В настоящее время по всей стране внедряется и планируется строительство «зеленых» зданий, используя «зеленые» материалы, которые стали ключом к «зеленому» развитию и трансформации современной строительной отрасли. С быстрым ростом установленной мощности возобновляемых источников энергии возобновляемая энергия также является основным трендом «зеленой» энергии в строительной индустрии. Следовательно, комплексное использование «зеленых» строительных материалов и «зеленой» энергии могут обеспечить синергетическую экономическую отдачу строительства в национальной экономике за счет устойчивого его развития. С этой целью в данной статье будет проведена эконометрическая детальная оценка преимуществ кросс-взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства.

Результаты и их обсуждение. В ходе анализа научной литературы в области комплексной оценки энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства установлено преимущественное исследование учеными за последние 100 лет проблем изменения климата в мире. Так, ученые пришли к выводу, что глобальная температура за этот период дважды колебалась от холодной до теплой. При этом средняя температура поднялась до 0,74 °C, а с развитием строительной индустрии воздействие строительных материалов на окружающую среду становится более серьезным. Отмечается, что Китай может ежегодно строить жилую площадь в 1,7–1,8 млрд м². Но при этом из почти 40 млрд м² зданий только 1 % из них являются энергоэффективными. Ван и другие ученые провели исследование о развитии «зеленых» строительных материалов, «зеленой» энергии в строительной отрасли и в контексте низкоуглеродной экономики констатируют, во-первых, необходимость снижения потребления традиционной энергии, генерируемой в строительных проектах, во-вторых, повысить коэффициент повторного использования сточных вод, сократить использование традиционных источников энергии, увеличить долю новых «зеленых» строительных материалов, а также внедрять низкоуглеродные и экологически чистые методы и технологии строительства зданий, чтобы снижать негативное воздействие на окружающую среду [1]. Ли Сименг считает, что под руководством низкоуглеродных целей должны быть приняты методы проектирования сборных конструкций, оптимизированы строительные окна и использованы энергосберегающие материалы в зданиях, чтобы гарантировать повышение экологичности строительной индустрии [2]. Лю Хайбо считает, что в процессе реализации строительных проектов следует уделять больше внимания правам Китая на выбросы углекислого газа, глобальному потеплению и рациональному использованию строительных материалов [3]. Ван Цзюньлэй считает, что при внедрении инновационных технологий в строительстве зданий следует придерживаться концепции энергосбережения, контроли-

ровать выбросы парниковых газов, а также уделять внимание строительным материалам и другим аспектам на основе контекста низкоуглеродной экономики [4].

Скоординированное развитие индустрии строительных «зеленых» материалов, строительной индустрии и сохранение окружающей среды является сложным итерационным процессом системного, многофакторного кросс-взаимодействия и взаимного влияния всех бизнес-переменных развития энергетических, экономических, экологических и социальных подсистем [5]. Оно не может быть всесторонне измерено с помощью единого индекса, игнорирующего многие адекватные показатели их комплексной эффективности [6]. Таким образом, на основе исследований кросс-взаимосвязи переменных указанных выше подсистем необходимо их интегрировать с точки зрения многосистемной координации и развития [7], используя закон эволюции модели связи ЗЕ во времени и пространстве, а также учитывать специфику каждой провинции в рамках определенных границ и уровней сопряжения. Решение указанных задач имеет большое теоретическое и практическое значение для дальнейшего понимания закона изменения системы в процессе разработки методического инструментария эконометрической оценки кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства [8].

Методы исследований мультисистемного методического инструментария эконометрической оценки кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства.

Метод исследования сопряжения переменных двоичных систем.

Модель степени связанности двух систем в данной работе выведена из результатов исследований Ляо Чунбиня [9], и ее основной расчетный процесс состоит из следующих уравнений:

$$C = XY / \left(\frac{X+Y}{2} \right)^2 \quad (1)$$

$$T = \alpha X + \beta Y \quad (2)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (3)$$

где X и Y являются соответствующими составными индексами двух систем;

C – представляет собой степень координации, которая может быть выведена из коэффициента отклонения двух систем;

T представляет собой всеобъемлющий уровень развития двух систем, который может быть выведен из линии изовыхода;

D – степень сопряжения, а ВВП – оценочное значение основных показателей;

α и β является весом важности двух систем; взяв в качестве примера системы энергетики и окружающей среды, авторы считают, что они одинаково важны, поэтому можно установить $\alpha = \beta = 1/2$.

Метод исследования взаимосвязи переменных троичной системы.

Метод исследования взаимосвязи переменных троичной системы:

$$C_v^1 = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} \left[\left(X - \frac{W}{3} \right)^2 + \left(Y - \frac{W}{3} \right)^2 + \left(Z - \frac{W}{3} \right)^2 \right]}{\left(\frac{W}{3} \right)^2}}. \quad (4)$$

Он включает, во-первых, алгоритм расчета коэффициента дисперсии степени координации переменных трех систем W [10], где:

$$W = X + Y + Z, \quad (5)$$

где X , Y и Z представляют собой три системы: энергия, экономика и экологичность зданий.

Таким образом, степень координации переменных троичной системы может быть установлена следующим образом:

$$C_v^1 = \sqrt{\frac{3(XY + YZ + ZX)}{(X + Y + Z)^2}}. \quad (6)$$

Согласно приведенному принципу, модель развития троичной системы может быть в дальнейшем задана следующим образом:

$$T = \alpha X + \beta Y + \gamma Z. \quad (7)$$

Согласно эмпирическим исследованиям, следует отдавать предпочтение следующему соотношению: $\alpha = \beta = \gamma = 1/3$.

При этом траектория эволюции перехода взаимосвязи переменных трех систем удовлетворяет S-образному механизму периодических колебаний, а развитие каждой системы демонстрирует периодические изменения, которые представлены тремя окружностями на рисунке 1. V_c и V_T на рисунке 1 являются темпами эволюции уровня координации и развития взаимосвязи переменных троичной системы под влиянием собственных и внешних условий. В каждом цикле развития вся система проходит через четыре стадии развития: Зона I является стадией координации и симбиоза, между системами X , Y и Z нет взаимного ограничения и ограничения, а V_c и V_T увеличиваются с развитием подсистем. II. Быстрый рост экономики окажет воздействие на энергетическую среду, и тогда деградация ресурсов и окружающей среды начнет ограничивать экономическое развитие, и противоречия между системами будут становиться все более очевидными, но не заметными, и V_T будет продолжать расти, в то время как V_c будет снижаться.

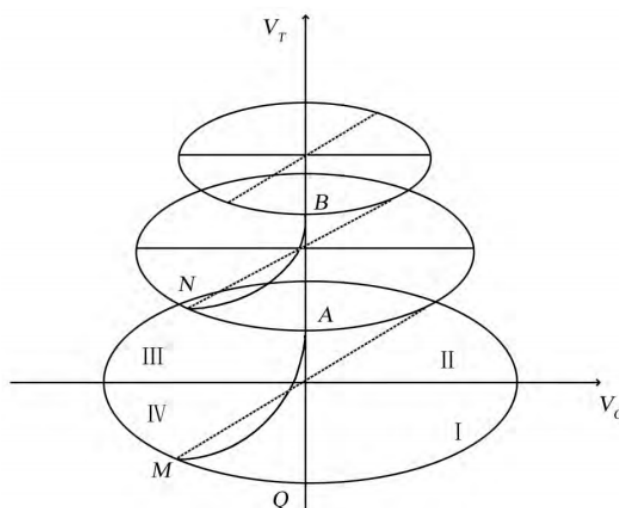


Рисунок 1— Анализ модели перехода связи переменных троичной системы
Источник: авторская разработка.

Зона III – это крайняя стадия развития, во время которой между подсистемами формируется отрицательная обратная связь, а энергетические и экологические проблемы становятся все более серьезными, и в то же время это оказывает побочные эффекты на экономическое развитие, что приводит к снижению V_T и V_c . IV. Этот район находится на спиралевидной стадии, опираясь на накопление новых строительных материалов и новых технологий, он будет энергично продвигать технологические инновации в области охраны окружающей среды, эксплуатации и использования ресурсов, чтобы способствовать преобразованию энергетической отрасли в чистую и эффективную; в то же время корректировка политики 3E, вызванная накоплением опыта, также была оптимизирована и модернизирована, так что три системы изменились от взаимных сдержек и противовесов к взаимному продвижению и скачкам.

С I по III уровень координации и развития системы 3E претерпел постепенное снижение. Предполагая, что уровень сопряжения строительного проекта в III. На рисунке 1 эволюционный путь, скорее всего, превратится в кривую MQ без какого-либо вмешательства, что означает, что фактический уровень взаимосвязи переменных троичной системы будет все больше и больше отклоняться от оптимального эволюционного пути. Однако, если траектория эволюции капитала, инвестиций в технологии или политического вмешательства, вероятно, изменится на кривую MA, троичная взаимосвязь переменных системы будет развиваться в направлении положительной обратной связи и, в конечном итоге, приведет к переходу всей системы на более высокий уровень связи, а также перейдет из точки M в точку a и войдет в следующий цикл эволюции.

Величина и размерность конкретных данных индикаторов 3E сильно различаются, поэтому значения переменных троичной системы могут быть стандартизированы.

В данной статье проанализировали 3 группы строительных проектов в Восточном Китае, 3 группы в Центральном Китае и 3 группы в Западном Китае, используя формулу крайней разницы между группами для их стандартизированного решения [11].

Положительное значение индикатора:

$$X_{ij}^1 = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (8)$$

Отрицательное значение индикатора:

$$X_{ij}^1 = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (9)$$

Для определения весов индексов взаимосвязи переменных троичной системы использован метод энтропии. Расчет интегрированного индекса и степени взаимосвязи переменных троичной системы позволяет измерять уровень развития и состояние каждой подсистемы (формулы 10, 11, 12):

$$X_n = \sum_{i=1}^{10} W_i I_m (n = 1, 2, 3 \dots 30) \quad (10)$$

$$X_n = \sum_{j=1}^{13} W_j I_{jn} (n = 1, 2, 3 \dots 30) \quad (11)$$

$$X_n = \sum_{k=1}^{12} W_k I_{kn} (n = 1, 2, 3 \dots 30), \quad (12)$$

где W_i , W_j и W_k представляют веса показателей энергии, экономики и окружающей среды соответственно;

X_n , Y_n и Z_n , которые являются соответствующими индексами кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства;

I_{in} , I_{jn} и I_{kn} представляют собой стандартизированные значения каждого индикатора соответственно.

Апробация предлагаемого методического инструментария эконометрической оценки кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства на основе расчета степени связанности бинарных и троичных систем приведена в таблице 1.

Анализируя результаты эконометрической оценки кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства в таблице 2, можно констатировать, что в рамках Проекта 7 было построено большое количество новых строительных объектов, которое привело к определенным динамическим изменениям значений индексов энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства. Экономика запасов Проекта 1 является лучшей среди всех текущих проектов. Односторонний обратный эффект показывает, что скорость ввода новых энергетических материалов, используемых в Проекте 1, не высока и не оказывает существенного влияния на социально-экологический экономический индекс.

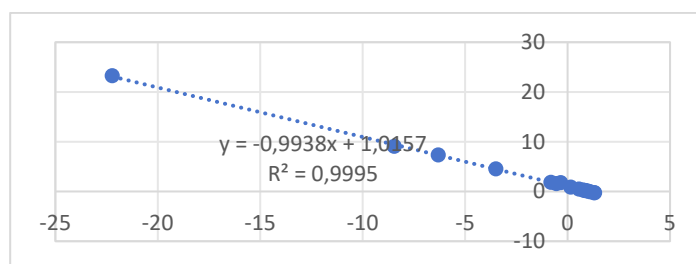


Рисунок 2 – Связь между линией «энергия-экономика-окружающая среда-общество в строительстве»

Источник: авторская разработка.

Наконец, с другой стороны, прирост экологических и экономических индексов дополняют друг друга, а волатильность их значений влияет преимущественно на изменения индексов социальной и экологической эффективности. $R^2=0.9995$ стремится к 1 или линейной зависимости, которая верифицирует зависимость коэффициента линейной связи между энергией, экономикой, окружающей средой, обществом и показывает существенную зависимость между энергетическими затратами и эффективностью «зеленого» строительства.

Таблица 1 – Координационные значения взаимосвязи между энергетическими затратами, экономическим ростом и экологичностью «зеленого» строительства в восточном, центральном и западном Китае

Номер	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее
Цзянсу(П1)	0.7994	0.7981	0.8208	0.8223	0.8048	0.8091
Ганьсу(П2)	0.5278	0.5163	0.5226	0.4962	0.534	0.5194
Хэнань(П3)	0.5975	0.5925	0.5983	0.5923	0.5652	0.5892
Хэбэй(П4)	0.645	0.645	0.612	0.5968	0.558	0.6114
Синьцзян(П5)	0.4846	0.4805	0.4753	0.4634	0.5264	0.4860
Чжэцзян(П6)	0.5864	0.5875	0.6097	0.5775	0.5787	0.5880

Окончание таблицы 1

Номер	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее
Шэньси(П7)	0.5502	0.5419	0.5333	0.5519	0.5394	0.5433
Гуандун(П8)	0.6346	0.6413	0.6539	0.6373	0.6241	0.6382
Хубэй(П9)	0.6054	0.6114	0.6431	0.6045	0.6012	0.6131
средний	0.6034	0.6016	0.6077	0.5936	0.5924	0.5997

Источник: авторская разработка.

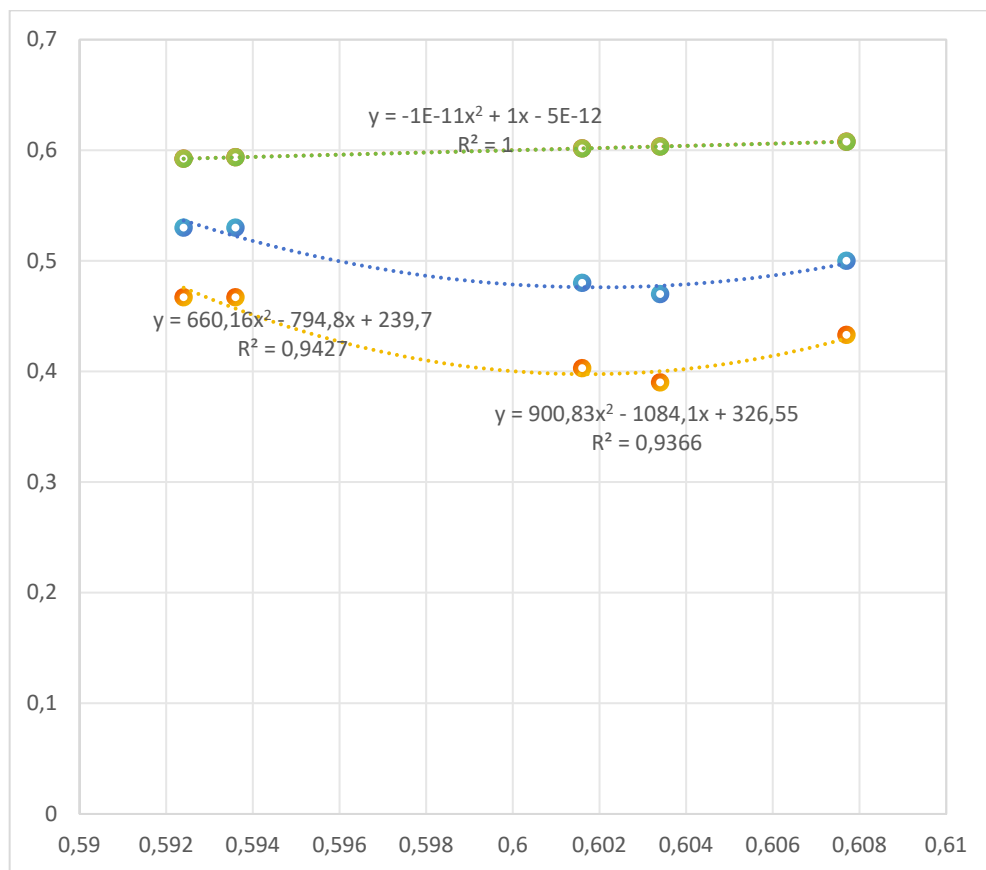


Рисунок 3 – Полиномиальная кривая аппроксимации степени связи энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства

Источник: авторская разработка.

Основываясь на методе корреляционного анализа связи системы $2E$, а также на данных таблице 1 и рисунке 3, можно констатировать, что значение координации взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства в Проекте 1 за последние пять лет является самым высоким и составляет 0,6382, а наименьшим – 0,4860. За последние пять лет значение координации связи в 2021 году является самым высоким 0,6077, а самым низким в 2023 г. составляет 0,5924, и оно снижается из года в год, но независимо от того, в каком году, использование строительных материалов напрямую повлияет на индекс эффективности экономики, окружающей среды и социальной эффективности всего общества. Чтобы проверить результаты исследований индекс степени связанности полиномиально подобран на рисунке 3, и как кривая, так и R^2 указывают на существование мультирегрессионной связи между показателями эффективности взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства.

Таблица 2 – Эконометрическая оценка кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства

Регион/номер проекта		Энергетические затраты			Экономические затраты			Социальные затраты			Экологические затраты						
Цзянсу (П 1)	Наличие строительных объектов	0.15	0.52	-2.95	0.94	0.43	1.15	-0.27	0.78	-17.60	2.97	1.45	0.92	1.11	4.49	-0.92	0.36
	Приращение	0.85	0.48	3.95	0.06	0.57	-0.15	1.27	0.22	18.60	-1.97	-0.45	0.08	-0.11	-3.49	1.92	0.64
Ганьсу (П 2)	НСО	1.07	1.08	2.96	1.43	-1.30	-2.10	20.60	1.79	3.22	-32.30	-110	-0.28	0.92	0.91	0.90	0.63
	Приращение	-0.07	-0.08	-1.96	-0.43	2.30	3.10	-19.60	-0.79	-2.22	33.30	111	1.28	0.08	0.09	0.10	0.37
Хэнань строительных объектов (П 3)	Наличие	0.85	1.01	1.25	1.51	-1.11	-2.01	-35.10	-1.09	2.07	-16.50	1.93	-0.72	1.49	1.47	1.56	1.64
	Приращение	0.15	-0.01	-0.25	-0.51	2.11	3.01	36.10	2.09	-1.07	17.50	-0.93	1.72	-0.49	-0.47	-0.56	-0.64
Хэбэй (П 4)	НСО	0.99	1.09	1.58	1.74	-0.05	3.53	2.40	-0.66	-1.2	8.39	0.48	0.24	-0.16	0.19	0.47	-3.09
	Приращение	0.01	-0.06	-0.58	-0.74	1.05	-2.53	-1.40	1.66	2.12	-7.39	0.52	0.76	1.16	0.81	0.53	4.09
Синьцзян (П 5)	НСО	1.02	1.12	1.26	1.08	-1.27	-2.34	-37.90	1.44	2.20	3.80	-95.60	-65	0.97	0.98	0.92	1.08
	Приращение	-0.02	-0.12	-0.26	-0.08	2.27	3.34	38.90	-0.44	-1.20	-2.80	96.60	66	0.03	0.02	0.08	-0.08
Чжэцзян (П 6)	НСО	0.90	0.95	0.99	1.19	-0.30	-0.45	4.08	0.31	0.65	1.46	0.45	0.39	1.20	1.27	1.56	2.00
	Приращение	0.10	0.05	0.01	-0.19	1.30	1.45	-3.08	0.69	0.35	-0.46	0.55	0.61	-0.20	-0.27	-0.56	-1.00
Шэньси (П 7)	НСО	1.10	1.13	1.18	1.33	-0.73	-0.46	-35.10	-1.09	2.16	-0.90	2.81	-1.28	0.73	0.60	0.99	0.74
	Приращение	-0.10	-0.13	-0.18	-0.33	1.73	5.06	32.50	2.09	-1.16	1.90	-1.81	2.28	0.27	0.40	0.01	0.26
Гуандун (П 8)	НСО	0.99	1.09	2.61	1.41	-0.41	-0.36	4.17	-0.29	0.43	0.27	0.61	8.98	0.98	1.06	1.13	0.77
	Приращение	0.01	-0.09	-1.61	-0.41	1.41	1.36	-3.17	1.29	0.57	0.73	0.39	-7.98	0.02	-0.06	-0.13	0.23
Хубэй (П 9)	НСО	0.94	0.98	1.12	1.32	-0.08	0.11	1.07	0.29	0.87	1.42	-2.08	0.02	0.47	0.68	0.24	0.97
	Приращение	0.06	0.02	-0.12	-0.32	1.08	0.89	-0.07	0.71	0.13	-0.42	3.08	0.98	0.53	0.32	0.76	0.03
В среднем	НСО	0.890	0.997	1.111	1.328	-0.536	-0.326	-8.450	0.164	-0.800	-3.488	-22.217	-6.303	0.857	1.294	0.761	0.567
	Приращение	0.110	0.020	-0.111	-0.295	1.536	1.726	9.050	0.836	1.791	4.488	23.217	7.303	0.143	-0.294	0.239	0.433

Источник: [12].

Таблица 3 – Степень кросс-пропорциональности взаимодействия энергетических затрат, эффективности и экологичности «зеленого» строительства в восточной, центральной и западной частях Китая

Номер проекта	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее значение
Цзянсу(П1)	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56	0.51
Чжэцзян(П6)	0.42	0.44	0.45	0.45	0.47	0.45
Гуандун(П8)	0.51	0.53	0.54	0.55	0.56	0.54
средний	0.47	0.48	0.50	0.53	0.53	0.5
Хэнань(П3)	0.39	0.40	0.43	0.45	0.48	0.43
Хэбэй(П4)	0.39	0.41	0.43	0.44	0.46	0.426
Хубэй(П9)	0.40	0.41	0.44	0.45	0.46	0.432
средний	0.39	0.403	0.433	0.467	0.467	0.429
Ганьсу(П2)	0.42	0.44	0.46	0.47	0.49	0.456
Синьцзян(П5)	0.34	0.36	0.38	0.39	0.40	0.374
Шэньси(П7)	0.32	0.31	0.33	0.35	0.36	0.334
средний	0.36	0.37	0.39	0.403	0.417	0.388

Источник: авторская разработка.

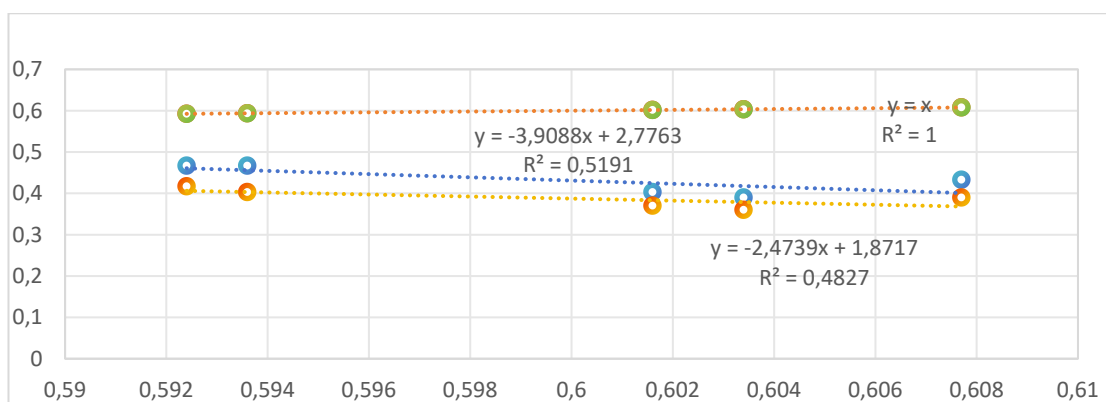


Рисунок 4 – Линейная связь энергетики, экономики, окружающей среды и региона

Источник: авторская разработка.

Основываясь на анализе взаимосвязи $3E$, данных таблицы 3 можно заключить, что пятилетний индекс взаимосвязи между энергетикой, экономикой и окружающей средой в строительстве в восточном Китае достиг 0,5, а линейная связь $R^2=1$, что свидетельствует о положительной корреляции использования новых строительных материалов с экономическим индексом в развитых регионах. и оказывает влияние на индекс эффективности экологических и социальных подсистем. Индекс степени сопряжения в центральном регионе несколько ниже 0,5, что в основном может удовлетворять требованиям использования соответствующих новых строительных материалов и требованиям социальной и экологической очистки. $R^2=0,52$ также указывает на то, что норма ввода новых строительных объектов в центральном регионе оказывает влияние на экономические, экологические и социальные показатели, но в целом его значение недостаточно очевидно. Западный регион имеет самые низкие коэффициенты сопряжения и индекс линейной связи энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства, что как раз и показывает, что западный регион имеет более медленное развитие строительства, более традиционную энергетику, относительно низкий уровень экономической, экологической, социальной эффективности и отсутствие очевидного использования новых энергетических материалов, и стремление к его низкоуглеродному развитию.

Выводы. Основываясь на теории многосистемной взаимосвязи и координации кросс-взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства, в данной статье обоснована более аргументированная система индексов для оценки кросс-взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства и их скоординированного развития. Это достигается посредством расчета индексов эффективности каждой системы с использованием метода энтропийного взвешивания, а также оценивания в общей сложности 9 строительных проектов в восточной, западной и центральной частях Китая на основе корреляционного анализа связи двух систем «2E» и «3E».

Доказано, что экономический рост играет ведущую роль во взаимодействии систем 3E во всех регионах Китая. в течение исследуемого периода степень взаимосвязанности систем 2E и 3E сохраняла возрастающую эволюционную тенденцию, но абсолютный ее уровень был низким, что сдерживает достижение скоординированного и устойчивого развития «зеленого» строительства. Будь то три типа составных индексов или степень связанности нескольких типов систем, существуют очевидные различия между регионами и внутри них.

Учитывая обширную территорию Китая, наблюдается серьезное явление пространственной дислокации в экономическом росте и распределении энергоносителей, преодоление которой предполагает использование гибких рыночных механизмов для осуществления эффективного межрегионального экономического сотрудничества и интеграции кросс-взаимодействия энергетических затрат, экономического роста и экологичности «зеленого» строительства.

Список использованных источников

1. 非金属纤维在建筑材料保护中的应用及其对环境的影响。建筑经济。 – 2023. – 7. – 86–91. = Ван, С. Использование неметаллического волокна в защите строительных материалов и его влияние на окружающую среду / С. Ван, Ц. Цзюй, С. Н. Ковшар [и др.] // Экономика строительства. – 2023. – № 7. – С. 86–91.
2. 李思萌.低碳目标导向下寒冷地区装配式公寓外界面窗设计优化研究山东建筑大学. – 2022. – 35. = Ли Сименг. Исследования по оптимизации дизайна внешнего интерфейсного окна быстровозводимых квартир в холодных районах под руководством низкоуглеродных целей / Ли Сименг // Шаньдунский университет Цзяньчжу. – 2022. – 35 с.
3. 刘海波.中国建筑碳排放交易影响机制研究中国矿业大学. – 2021. – 128. = Лю Хайбо. Исследование механизма воздействия на сокращение выбросов в результате торговли квотами на выбросы углерода в зданиях Китая / Лю Хайбо // Китайский университет горного дела и технологий. – 2021. – 128 с.
4. 王军雷.基于建筑施工技术的节能理念的应用。中国建筑金属装修设计. – 2022. – 12. – 64–66. = Ван Цзюньлэй. Применение концепции энергосбережения, основанной на технологии строительства здания. Китайская конструкция строительного металлического узла / Ван Цзюньлэй. – 2022. – № 12. – С. 64–66.
5. Grossman, G. M., Krueger, A. B. Economic Growth and the Environment / G. M. Grossman, A. B. Krueger // The Quarterly Journal of Economics, 1995. – Vol. 110 (2). – P. 353–377.
6. Identification of key energy efficiency drivers through global city benchmarking: A data driven approach / Xin Wang, Zhengwei Li, Haixing Meng, Jiang Wu // Applied Energy, Elsevier. – 2017. – Vol. 190 (C), P. 18–28.
7. 蓝天阳.中国能源-经济-生态系统协调性的实证研究[J].中国管理信息化 – 2016. – 24. – 132. = Лань Тяньян. Эмпирическое исследование координации

энергетической, экономической и экологической системы Китая / Лань Тяньян // Информатизация управления в Китае. – 2016. – 19 (24). – С. 132.

8. Tashkin, F., Zaim, O. A Kuznets Curve in Environmental Efficiency: An Application on OECD Countries / Environmental & resource economics, 2000. – Vol. 17 (1). – P. 21–36.

9. 廖崇宾. 环境与经济协调发展定量评价与分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理. – 1999. – 19 (2). – 76–82. = Ляо Чунбинь. Количественная оценка и система классификации для скоординированного развития окружающей среды и экономики: тематическое исследование группы городов в дельте Жемчужной реки / Ляо Чунбинь // Тропическая география. – 1999. – 19 (2). – С. 76–82.

10. 唐凌, 李建平, 于凌, 等. 基于远距离协调调度模型的系统协调发展定量演化方法[J]. 系统工程理论与实践. – 2010. – 30 (4). – 594–602. = Тан Лин. Методология количественной эволюции для развития координации систем на основе модели степени координации на расстоянии / Тан Лин, Цзяньпин Ли, Лин Юй [и др.] // Теория и практика системной инженерии. – 2010. – 30 (4). – С. 594–602.

11. Thomas, W. P. Integrating UNSDG in International School's Curriculum: Nurturing a Sustainable Society in Malaysia / W. P. Tomas [et al.] // GIS Business. – 2020. – 15 (2) – P. 194–212.

12. 王凌宇、陈浩、陈思源、万玉坤. 城市层面能源-经济-环境-社会协调联动发展动态演变与实证分析——以江苏省为例[J]. 北京理工大学学报 (社会科学出版社. – 2022. – 24 (1). – 51–64. = Динамическая эволюция и эмпирический анализ скоординированного и связанного развития энергетики-экономики-окружающей среды-общества на городском уровне – пример провинции Цзянсу / Ван Линьюй, Чэн Хао, Чэнь Сяюань, Вань Юйкунь // Журнал Пекинского технологического института (издание по социальным наукам). – 2022. – 24 (1). – С. 51–64.

Статья поступила в редакцию 30 апреля 2025 года

SMART BUSINESS GENERATS DYNAMIC ECONOMETRIC METHOD OF OPTIMIZING SALES AND REVENUES OF PROCESSING ENTERPRISES

M. K. Zhudro

Doctor of Economics, Professor,
Professor of the Department "Economics and Logistics"
Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Wang Xianpenq

Postgraduate student
International Institute of Management and Entrepreneurship
Minsk, Republic of Belarus

Yang Ning

Postgraduate student
International Institute of Management and Entrepreneurship
Minsk, Republic of Belarus

Wang Zining

Postgraduate student
International Institute of Management and Entrepreneurship
Minsk, Republic of Belarus

The article formulates the methodological limitations of the econometric practical application of quantitative calculations of balanced proportions of sales volumes and incomes

of processing enterprises in the context of digitalization and the preservation of protectionist global economic policy. The necessity of introducing tools for a permanent and total system of correction of management decisions by transforming the traditional static into a dynamic econometric practice of calculating the values of current and prospective sales volumes and incomes of processing enterprises is substantiated.

Key words: smart business, transformation, competencies, econometrics, optimization, sales volume, methodology, competitiveness, tools, efficiency, processing enterprises, market.

References

1. Wang, X. [et al.] (2023) The use of non-metallic fiber in the protection of building materials and its impact on the environment. *Economics of construction*. (7), 86–91. (In Chinese).
2. Li Simeng (2022) Research on Optimization of External Interface Window Design of Prefabricated Apartments in Cold Areas under the Guide of Low-Carbon Targets. *Shandong Jianzhu University*. (In Chinese).
3. Liu Haibo (2021) Research on the Impact Mechanism of Carbon Emission Trading in Buildings in China. *China University of Mining and Technology*. (In Chinese).
4. Wang Junlei (2022) Application of Energy Saving Concept Based on Building Construction Technology. *Chinese Construction Metal Unit Design*, 64–66. (In Chinese).
5. Grossman, G. M., Krueger, A. B. (1995) Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*. 110 (2), 353–377.
6. Wang, X [et al.] (2017) Identification of key energy efficiency drivers through global city benchmarking: A data driven approach. *Applied Energy, Elsevier*. 190 (C), 18–28.
7. Lan Tianyang (2016) An Empirical Study on the Coordination of China's Energy, Economic, and Ecological Systems. *Informatization of Management in China*. 19 (24), 132. (In Chinese).
8. Tashkın, F., Zaim, O. (2000) A Kuznets Curve in Environmental Efficiency: An Application on OECD Countries. *Environmental & resource economics*. 17 (1), 21–36.
9. Liao Chongbin (1999) Quantitative Assessment and Classification System for Coordinated Development of Environment and Economy: A Case Study of a Group of Cities in the Pearl River Delta. *Tropical Geography*. 19 (2), 76–82. (In Chinese).
10. Tan Lin [et al.] (2010) Quantitative Evolution Methodology for the Development of System Coordination Based on the Model of the Degree of Coordination at a Distance. *Theory and Practice of Systems Engineering*. 30 (4), 594–602. (In Chinese).
11. Thomas, W. P. [et al.] (2020) Integrating UNSDG in International School's Curriculum: Nurturing a Sustainable Society in Malaysia. *GIS Business*. 15 (2), 194–212.
12. Wang Linyu [et al.] (2022) Dynamic Evolution and Empirical Analysis of Coordinated and Linked Development of Energy-Economy-Environment-Society at City Level - Case of Jiangsu Province. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Science Edition)*. 24 (1), 51–64. (In Chinese).