

**Валерий Михайлович Карпенко<sup>1</sup>, Линь Кунь<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>канд. техн. наук, доц., доц. каф. инноватики и предпринимательской деятельности  
Белорусского государственного университета

<sup>2</sup>аспирант 4-го года обучения каф. международного менеджмента  
Белорусского государственного университета

**Valeri Karpenka<sup>1</sup>, Lin Kun<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Innovation and Entrepreneurship  
of Belarusian State University

<sup>2</sup>2-nd Year Postgraduate Student of the Department of International Management  
of Belarusian State University

e-mail: <sup>1</sup>vmkarpenka@gmail.com; <sup>2</sup>79393047@qq.com

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ ВДОЛЬ «ПОЯСА И ПУТИ»

Инициатива «Пояс и путь», предложенная в 2013 г., стала крупнейшей международной платформой для сотрудничества и важным инструментом продвижения устойчивого развития. Однако страны, расположенные вдоль «Пути», значительно различаются по уровню экономического развития, институциональной среде, природным ресурсам и социальной структуре. В работе сначала на основе классической производственной функции Кобба – Дугласа строится теоретическая модель экономического роста, затем с учетом таких переменных, как открытость торговли, прямые иностранные инвестиции, человеческий капитал и энергетическая эффективность, разрабатывается улучшенная модель. Для эмпирического анализа использованы панельные данные по Польше, Казахстану и Таиланду за 2010–2022 гг. На основе полученных результатов разработаны три сценария: базовый, кооперационный и инновационный – с прогнозом экономического роста на 2025–2035 гг. Результаты показывают, что кооперационный и инновационный сценарии могут значительно повысить потенциал роста, а улучшение человеческого капитала и энергетической эффективности являются ключевыми факторами устойчивого развития. В заключение предложены дифференцированные политические рекомендации для разных стран, что обеспечит методологическую поддержку реализации инициативы «Пояс и путь».

**Ключевые слова:** инициатива «Один пояс – один путь», экономический рост, методологическое обеспечение, производственная функция Кобба – Дугласа, панельные данные, сценарное моделирование.

### *Modeling of Economic Growth Scenarios for Regions Along the Belt and Road*

The Belt and Road Initiative, proposed in 2013, has become the largest international platform for cooperation and an important tool for promoting sustainable development. However, the countries located along the «Path» vary significantly in terms of economic development, institutional environment, natural resources, and social structure. In this paper, a theoretical model of economic growth is first constructed based on the classical Cobb – Douglas production function, then an improved model is developed taking into account variables such as openness to trade, foreign direct investment, human capital, and energy efficiency. Panel data for Poland, Kazakhstan, and Thailand for 2010–2022 were used for empirical analysis. Based on the results obtained, three scenarios have been developed: basic, cooperative, and innovative, with a forecast of economic growth for 2025–2035. The results show that cooperative and innovative scenarios can significantly increase growth potential, and improvements in human capital and energy efficiency are key factors for sustainable development. In conclusion, differentiated policy recommendations for different countries are proposed, which will provide methodological support for the implementation of the «Belt and Road» initiative.

**Key words:** Belt and Road Initiative, economic growth, methodological support, Cobb – Douglas production function, panel data, scenario modeling.

### **Введение**

Инициатива «Пояс и путь», предложенная Китаем, является глобальной стратегией сотрудничества, направленной на содействие межрегиональному сотрудничеству

и экономическому развитию через строительство инфраструктуры, облегчение торговли и инвестиций, а также политическое взаимодействие.

За десять лет эта инициатива привлекла более 150 стран и 30 международных

организаций, охватив две трети населения мира и более 40 % мирового экономического объема [1]. Ее влияние не ограничивается только экономической сферой, но также оказывает глубокое воздействие на политические, культурные и экологические процессы.

Тем не менее страны, расположенные вдоль «Пояса и пути», значительно различаются по стадиям развития и институциональным условиям.

Государства Центральной и Восточной Европы обычно обладают высокими институциональными стандартами, но испытывают дефицит капитала [8]; страны Центральной Азии богаты природными ресурсами, но их экономика сильно зависит от одного сектора; в странах Юго-Восточной Азии развиты многие отрасли хозяйства, но здесь часто сталкиваются с проблемой «ловушки среднего дохода».

Эти различия приводят к неравномерным результатам реализации инициативы «Пояс и путь» в разных странах, что требует разработки научной методологической основы для выявления и оценки путей развития каждой страны.

Исследования по инициативе «Пояс и путь» в академической среде в основном сосредоточены на геополитике, международных отношениях и макроэкономических эффектах, в то время как вопросы методологии остаются относительно малоизученными.

В статье предлагается улучшенная модель экономического подъема стран и регионов на основе производственной функции Кобба – Дугласа, в которую вводятся такие переменные, как открытость, человеческий капитал и энергетическая эффективность.

На основе панельных данных проводится эмпирический анализ, а с помощью моделирования сценариев прогнозируются пути роста, чтобы дать рекомендации для высококачественного развития инициативы «Пояс и путь».

Производственная функция Кобба – Дугласа была предложена Чарльзом Коббом и Полом Дугласом в 1928 г. и считается прорывом в теории производства [3].

Ее первоначальная форма была следующей:

$$Y = A * K^{\alpha} * L^{\beta},$$

где  $Y$  – экономический выпуск, ВВП,  $K$  – запас капитала,  $L$  – трудовые затраты,  $A$  – технологический прогресс, или общий коэффициент производительности факторов, а параметры  $\alpha$  и  $\beta$  отражают эластичность выпуска относительно труда.

Эта функция является простой и понятной, но ее ограниченность заключается в том, что она не учитывает таких ключевых факторов, как открытость для развития, человеческий капитал и устойчивое развитие.

В отличие от этого модель Солоу (1956) акцентирует внимание на долгосрочной роли накопления капитала и технологического прогресса, в то время как эндогенная модель роста (Romer, 1990) рассматривает технологические инновации и улучшение человеческого капитала как источники роста [4; 5]. По сравнению с этими моделями преимущество функции Кобба – Дугласа заключается в ее простоте и удобстве использования, особенно для анализа панельных данных между странами. Однако традиционные модели не учитывают таких важных факторов, как открытость для развития и устойчивость, что создает разрыв с реальными потребностями инициативы «Пояс и путь».

Для того чтобы более точно соответствовать реальным потребностям в рамках инициативы «Пояс и путь», в данной статье была расширена основная модель: введен человеческий капитал ННН, измеряемый через индекс образования; с учетом того, что «Пояс и путь» в значительной степени зависит от трансграничной торговли и притока иностранных инвестиций, добавлены переменные открытости торговли (TRADE) и прямых иностранных инвестиций (FDI); введена энергетическая эффективность (ENERGY) как ограничивающий фактор, который используется для измерения устойчивости.

Модифицированная модель выглядит следующим образом:

$$Y = A * K^{\alpha} * L^{\beta} * H^{\gamma} * TRADE^{\delta_1} * FDI^{\delta_2} * ENERGY^{\delta_3},$$

где  $\gamma$  – эластичность выпуска относительно человеческого капитала,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  и  $\delta_3$  – эластичности для открытости торговли, ПИИ и энергетической эффективности соответственно.

Поскольку низкая энергетическая эффективность может подавлять рост, то ожидается, что ее коэффициент будет иметь отрицательное значение.

Для удобства количественного анализа в статье используется логарифмическая линейная трансформация, в результате чего получается следующая модифицированная регрессионная модель:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta_1 \ln TRADE_{it} + \beta_2 \ln FDI_{it} + \beta_3 \ln EDU_{it} + \beta_4 \ln ENERGY_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it},$$

где  $i$  – это страна,  $t$  – год,  $\mu_i$  – индивидуальные эффекты,  $\lambda_t$  – временные эффекты,  $\varepsilon_{it}$  – ошибка модели.

Эта формула позволяет полноценно учитывать многомерные факторы, влияющие на экономический рост стран, расположенных вдоль «Пояса и пути».

#### Эмпирические исследования

В работе в качестве объектов исследования выбраны Польша, Казахстан и Таиланд, что обусловлено следующим.

**Польша.** Будучи представителем стран Центральной и Восточной Европы, Польша является одной из первых в Европейском Союзе, кто присоединился к инициативе «Пояс и путь».

Географически она занимает стратегическое положение в центре Европы и является важным конечным пунктом Средне-европейского железнодорожного маршрута [2].

Ее институциональная среда достаточно развита, а уровень человеческого капитала высок.

**Казахстан.** Являясь крупнейшей экономикой среди стран Центральной Азии и важным стратегическим коридором, Казахстан стал одним из первых, подписавших документы о сотрудничестве после предложения инициативы «Пояс и путь».

Экономика Казахстана в значительной степени зависит от экспорта природных ресурсов, однако страна активно пытается диверсифицировать свою промышленность, что делает ее подходящим объектом исследования, ведь «Пояс и путь» может способствовать трансформации экономики ресурсных стран [6].

**Таиланд.** Как центральная страна Юго-Восточной Азии, Таиланд занимает важное место в региональных цепочках поставок и производства, а также является транспортным хабом на полуострове Индокитай.

Страна сталкивается с проблемой «ловушки среднего дохода» и в рамках инициативы «Пояс и путь» активно ищет возможности для повышения уровня промышленного производства и развития цифровой экономики.

Таким образом, эти три страны представляют собой три категории регионов вдоль «Пояса и пути»: институционально развитую страну Центрально-Восточной Европы, ресурсную страну Центральной Азии и страну с многоотраслевой экономикой Юго-Восточной Азии.

Сравнительное исследование этих стран (таблицы 1–3) поможет выявить эффекты инициативы «Пояс и путь» в разных моделях развития [7].

Таблица 1 – Результаты моделирования для Польши

Переменная	Коэффициент, $\beta$	Стандартная ошибка, SE	t-значение	p-значение
Константа ( $\alpha$ )	3,471	0,251	13,84	0,000
TRADE	0,228	0,037	6,16	0,000
FDI	0,143	0,041	3,49	0,001
EDU	0,186	0,030	6,20	0,000
ENERGY	-0,097	0,025	-3,88	0,000
Фиксированные эффекты	Да			
Временные эффекты	Да			
$R^2$	0,91			
Статистика F	38,23			0,000

Таблица 2 – Результаты моделирования для Казахстана

Переменная	Коэффициент, $\beta$	Стандартная ошибка, SE	t-значение	p-значение
Константа ( $\alpha$ )	5,026	0,276	18,20	0,000
TRADE	0,261	0,031	8,40	0,000
FDI	0,116	0,040	2,90	0,004
EDU	0,132	0,027	4,89	0,000
ENERGY	-0,142	0,031	-4,58	0,000
Фиксированные эффекты	Да			
Временные эффекты	Да			
$R^2$	0,88			
Статистика F	41,68			0,000

Таблица 3 – Результаты моделирования для Таиланда

Переменная	Коэффициент, $\beta$	Стандартная ошибка, SE	t-значение	p-значение
Константа ( $\alpha$ )	2,860	0,228	12,55	0,000
TRADE	0,204	0,029	7,03	0,000
FDI	0,126	0,034	3,71	0,000
EDU	0,215	0,035	6,14	0,000
ENERGY	-0,084	0,028	-3,00	0,003
Фиксированные эффекты	Да			
Временные эффекты	Да			
$R^2$	0,89			
Статистика F	35,72			0,000

Результаты анализа показывают, что открытость торговли оказывает значительное положительное влияние на экономический рост во всех трех странах, при этом коэффициент для Казахстана (0,261) является наибольшим, что свидетельствует о высокой зависимости его экономического роста от внешней торговли.

Роль человеческого капитала наиболее заметна в Таиланде (0,215), что указывает на то, что образование и качество рабочей силы являются ключом к преодолению «ловушки среднего дохода».

Прямые иностранные инвестиции (FDI) способствуют росту во всех трех странах, но их предельный эффект относительно ограничен.

Энергоэффективность оказывает существенное отрицательное влияние на экономический рост, особенно в ресурсозависимом Казахстане, где этот эффект наиболее выражен.

### Сценарии развития

Для дальнейшего анализа влияния инициативы «Пояс и путь» на страны-участницы в данной работе рассматриваются три сценария: базовый (BAU), сценарий сотрудни-

ничества (COOP) и инновационный сценарий (INNO). Базовый сценарий (BAU) – это сохранение существующих тенденций развития; предполагается, что среднегодовые темпы роста капитала, труда и человеческого капитала составят 3, 0,5 и 1 % соответственно. Сценарий сотрудничества (COOP): предполагается, что инициатива «Пояс и путь» существенно повысит уровень инвестиций в инфраструктуру, упростит торговлю и увеличит приток прямых иностранных инвестиций; при этом темпы роста капитала возрастут до 5 %, а труда и человеческого капитала – до 1 и 1,5 % соответственно. Инновационный сценарий (INNO): предполагается, что инновации и «зеленый переход» будут дополнительно усилены на основе сценария сотрудничества; увеличатся расходы на НИОКР, темпы роста капитала достигнут 6 %, труда – 1,2%, а человеческого капитала – 2 %.

Согласно результатам моделирования, влияние инициативы «Пояс и путь» существенно различается в зависимости от страны и выбранного сценария, что отражает воздействие особенностей региональной модели развития, структуры ресурсов и институциональной среды на эффективность политики (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты моделирования (2025–2035 гг.)

Страна	Рост ВВП, %		
	BAU	COOP	INNO
Польша	2,8	3,6	4,2
Казахстан	3,3	4,8	6,1
Таиланд	2,5	4,0	5,2

Во-первых, в сценарии сотрудничества особенно ярко проявляется стимулирующая роль капитальных инвестиций и развития инфраструктуры. В Казахстане и Таиланде среднегодовые темпы роста ВВП увеличились в базовом сценарии с примерно 3 % до 4,8 и 4,0 % соответственно. Это подтверждает, что в рамках «Пояса и пути» взаимосвязанность инфраструктуры и трансграничные инвестиции способны эффективно снижать транзакционные издержки, улучшать деловую среду и тем самым способствовать более быстрому экономическому росту. В Польше также наблюдается положительный эффект (рост ВВП с 2,8 до 3,6 %), однако, поскольку ее инфраструктура уже относительно развита, а внутренний рынок ЕС достаточно зрелый, предельный эффект здесь меньше, чем у ресурсозависимых и развивающихся экономик.

Во-вторых, в инновационном сценарии проявляется дополнительное воздействие инноваций и роста человеческого капитала. Наиболее заметные результаты показывают Польша и Таиланд: темпы роста ВВП повышаются до 4,2 и 5,2 % соответственно. Это свидетельствует о том, что в странах с развитой институциональной средой (Польша) или с более диверсифицированной экономикой (Таиланд) инвестиции в НИОКР и повышение уровня образования способны существенно стимулировать экономический рост. В Казахстане рост в инновационном сценарии также усиливается (до 6,1 %), однако его прирост относительно сценария сотрудничества невелик. Это свидетельствует о структурных ограничениях ресурсозависимой экономики: полагаться исключительно на инновации недостаточно для преодоления узкой специализации и ограничений промышленного развития.

В-третьих, с точки зрения масштабного эффекта возрастающая отдача от масштаба особенно ярко проявляется в инновационном сценарии. При синхронном росте капитала, труда и человеческого капитала, а

также при одновременном технологическом прогрессе и «зеленой трансформации» совокупное производство растет быстрее, чем сумма факторов производства. Это подтверждает, что инициатива «Пояс и путь» не только приносит краткосрочные выгоды за счет инфраструктурных инвестиций и упрощения торговли, но и способна через сотрудничество и инновации раскрывать долгосрочный потенциал устойчивого развития.

Наконец, сравнительный анализ трех стран показывает: Польша, обладая преимуществами институциональной среды и человеческого капитала, более всего подходит для инновационного пути развития; Казахстан в большей степени нуждается в сотрудничестве в развитии инфраструктуры и трансграничных инвестиций, одновременно стремясь к диверсификации экономики; Таиланд демонстрирует хорошие результаты и в сценарии сотрудничества, и в инновационном сценарии, что указывает на его высокий потенциал в рамках региональной интеграции стран Юго-Восточной Азии и развития цифровой экономики.

Таким образом, результаты моделирования сценариев экономического роста регионов не только выявляют дифференцированные эффекты инициативы «Пояс и путь» для различных типов стран, но и предоставляют эмпирическую основу для выработки адаптированных стратегий сотрудничества и развития.

### Заключение

В статье на основе модифицированной производственной функции Кобба – Дугласа был проведен эмпирический анализ и сценарное прогнозирование для трех типичных стран, расположенных вдоль инициативы «Пояс и путь»: Польши, Казахстана и Таиланда. Исследование в результате включения таких факторов, как капитал, труд, человеческий капитал, открытость торговли, ПИИ и энергоэффективность, выявило дифференцированное влияние инициативы

«Пояс и путь» на экономический рост в различных моделях развития.

1. Методологическая поддержка является необходимым условием для высококачественного развития инициативы «Пояс и путь». Классическая функция Кобба – Дугласа предоставляет простую основу для международных сравнений, но без включения таких переменных, как человеческий капитал, открытость и энергоэффективность, невозможно в полной мере объяснить движущие силы роста. Результаты исследования показывают, что открытость торговли и человеческий капитал выступают ключевыми факторами роста, тогда как недостаточная энергоэффективность становится ограничивающим элементом. Следовательно, формирование научно обоснованной методологической базы имеет решающее значение для выявления и использования потенциала развития каждой страны.

2. Влияние инициативы на экономический рост разных стран значительно различается. Польша выигрывает благодаря развитой институциональной среде и высокому уровню человеческого капитала, что обеспечивает ей лучшие показатели в инновацион-

ном сценарии. В Казахстане в сценарии сотрудничества особенно заметна роль инвестиций в инфраструктуру, однако инновационные эффекты ограничены, что отражает структурные проблемы ресурсозависимой экономики. Таиланд демонстрирует значительный рост и в сценарии сотрудничества, и в инновационном сценарии, что свидетельствует о его потенциале в региональной интеграции и цифровом развитии. Таким образом, инициатива «Пояс и путь» не может реализовываться по принципу «одного решения для всех», а должна учитывать особенности каждой страны.

3. Сотрудничество и инновации позволяют раскрыть скрытый потенциал роста. В базовом сценарии темпы роста остаются низкими, тогда как в сценариях сотрудничества и инноваций они значительно увеличиваются. Особенно в инновационном сценарии проявляется эффект возрастающей отдачи от масштаба, что подтверждает: инициатива «Пояс и путь» является не только платформой для инфраструктурных проектов, но и важным инструментом стимулирования региональных инноваций и «зеленой трансформации».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World Bank. Belt and Road Economics: Opportunities and Risks of Transport Corridors. – 2019. – URL: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/5ebc10e0-36bb-518a-8f21-980202176558/content> (дата обращения: 20.12.2025).
2. Chinese Academy of Social Sciences. Belt and Road Construction Development Report. – 2023. Access mode: [https://casseng.cssn.cn/sky\\_research/programs/202311/t20231124\\_5698777.shtml](https://casseng.cssn.cn/sky_research/programs/202311/t20231124_5698777.shtml) (дата обращения: 20.12.2025).
3. Cobb, C. W. A Theory of Production / C. W. Cobb, P. H. Douglas // American Economic Review. – 1928. – Nr 1 (18). – P. 139–165.
4. Solow, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth / R. M. Solow // The Quarterly Journal of Economics. – 1956. – Nr 1 (70). – P. 65–94.
5. Romer, P. M. Endogenous Technological Change / P. M. Romer // Journal of Political Economy. – 1990. – Nr 5 (98). – P. S71–S102.
6. Yiping Huang. Understanding China's Belt and Road Initiative: Motivation, Framework, and Assessment / Yiping Huang // China Economic Review – 40. – Peking University, July 2016. – DOI: 10.1016/j.chieco.2016.07.007.
7. Intarakumnerd, P. Thailand's Middle-Income Trap: Firms' Technological Upgrading and Innovation, and Government Policies / P. Intarakumnerd // Seoul Journal of Economics. – 2019. – Nr 1 (32). – P. 109–129.
8. Liu, W. A Geographical Perspective on the Belt and Road Initiative / W. Liu // Acta Geographica Sinica. – 2020. – Nr 4 (75). – P. 669–682.
9. Рассеко, Ю. Ю. Региональный темп жизни: методика оценки и инструменты управления : моногр. / Ю. Ю. Рассеко, Е. М. Карпенко. – Мн. : БГУ, 2023. – 215 с.

## REFERENCES

1. World Bank. Belt and Road Economics: Opportunities and Risks of Transport Corridors. – 2019. – URL: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/5ebc10e0-36bb-518a-8f21-980202176558/content> (data obrashcheniya: 20.12.2025).
2. Chinese Academy of Social Sciences. Belt and Road Construction Development Report. – 2023. Access mode: [https://casseng.cssn.cn/sky\\_research/programs/202311/t20231124\\_5698777.shtml](https://casseng.cssn.cn/sky_research/programs/202311/t20231124_5698777.shtml) (data obrashcheniya: 20.12.2025).
3. Cobb, C. W. A Theory of Production / C. W. Cobb, P. H. Douglas // American Economic Review. – 1928. – Nr 1 (18). – P. 139–165.
4. Solow, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth / R. M. Solow // The Quarterly Journal of Economics. – 1956. – Nr 1 (70). – P. 65–94.
5. Romer, P. M. Endogenous Technological Change / P. M. Romer // Journal of Political Economy. – 1990. – Nr 5 (98). – P. S71–S102.
6. Yiping Huang. Understanding China's Belt and Road Initiative: Motivation, Framework, and Assessment / Yiping Huang // China Economic Review – 40. – Peking University, July 2016. – DOI: 10.1016/j.chieco.2016.07.007.
7. Intarakumnerd, P. Thailand's Middle-Income Trap: Firms' Technological Upgrading and Innovation, and Government Policies / P. Intarakumnerd // Seoul Journal of Economics. – 2019. – Nr 1 (32). – P. 109–129.
8. Liu, W. A Geographical Perspective on the Belt and Road Initiative / W. Liu // Acta Geographica Sinica. – 2020. – Nr 4 (75). – P. 669–682.
9. Rasseko, Yu. Yu. Regional'nyi temp zhizni: metodika otsenki i instrumenty upravleniya : monogr. / Yu. Yu. Rasseko, E. M. Karpenko. – Mn. : BGU, 2023. – 215 s.

*Рукапіс наступіў у рэдакцыю 20.01.2026*