Исследование динамического воздействия притока ПИИ и экономического роста на состояние окружающей среды: моделирование на основе полностью модифицированного и динамического МНК для отдельных азиатских стран¹

Х.Х. Хан, С.Р. Рахмат

Хан Хамад Хасул — н.с. департамента экономики Школы социальных наук Научного университета Малайзии; 11800 Gelugor, Penang, Malaysia; hasul.hamad123@gmail.com

Рахмат Сити Рахила — старший преподаватель департамента экономики Школы социальных наук Научного университета Малайзии; 11800 Gelugor, Penang, Malaysia; rahyla@usm.my

Аннотация

В статье анализируется динамическая взаимосвязь между притоком прямых иностранных инвестиций (ПИИ), экономическим ростом и ухудшением состояния окружающей среды, а также справедливость гипотез экологической кривой Кузнеца (ЭКК) и «убежищ для загрязнителей» (РНН) для выбранных азиатских стран в период с 1990 по 2019 г. Кроме того, исследование направлено на выявление долгосрочного воздействия энергопотребления, глобализации и плотности населения на деградацию окружающей среды с использованием подхода панельной коинтеграции, полностью модифицированного обычного метода наименьших квадратов (FMOLS) и динамического обычного метода наименьших квадратов (DOLS). Полученные данные убедительно свидетельствуют о подтверждении гипотез ЭКК и РНН в азиатских странах в период 1990–2019 гг. Результаты показывают, что экономический рост играет важную роль в ухудшении качества окружающей среды, но в долгосрочной перспективе этот эффект обращается вспять, поскольку после определенного поворотного момента на фоне продолжения экономического роста качество окружающей среды улучшается. Приток ПИИ и потребление энергии оказывают положительное долгосрочное влияние на выбросы CO₂, тем самым способствуя ухудшению состояния окружающей среды. По результатам исследования правительствам и лицам, принимающим решения, рекомендуется разрабатывать и реализовывать политику сокращения выбросов CO₂, например, посредством установления цен на выбросы углерода, для стимулирования экономического роста и улучшения качества окружающей среды с конечной целью достижения устойчивого развития. Кроме того, следует поддерживать использование более чистой энергии, а также поощрять инновации и технологические разработки в сферах гидроэнергетики, энергии ветра, солнечной энергетики и других смежных сферах.

Ключевые слова: экологическая кривая Кузнеца, гипотеза об «убежищах для загрязнителей», деградация окружающей среды, подход панельной коинтеграции, полностью модифицированный обычный метод наименьших квадратов (FOLS), динамический обычный метод наименьших квадратов (DOLS)

¹ Статья поступила в редакцию 31.01.2021.

Для цитирования: Хан Х.Х., Рахмат С.Р. Исследование динамического воздействия притока ПИИ и экономического роста на состояние окружающей среды: моделирование на основе полностью модифицированного и динамического МНК для отдельных азиатских стран // Вестник международных организаций. 2021. Т. 16. № 3. С. 183–202 (на русском и английском языках). DOI: <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2021-03-08>

Введение

Противодействие вызовам и угрозам, связанным с изменением климата, — одна из самых трудных задач для экспертов, экологов, ученых, политиков и правительств всего мира. Парниковые газы (ПГ) загрязняют окружающую среду, в результате чистый воздух и питьевая вода становятся дефицитными. Более того, изменение климата создает серьезную угрозу для всех живых существ. Изменение климата значительно и опасно повлияло на планету Земля, причем с угрожающей скоростью. Некоторые из доказанных последствий изменения климата включают: повышение температуры, сильные дожди, наводнения, засухи, повышение уровня моря, таяние ледников и т.д. Таяние ледников напрямую повлияло на пресноводную экосистему, гидроэнергетику, сельское хозяйство и санитарии, которые необходимы для выживания человека. Таким образом, задача правительств стран мира состоит в том, чтобы справиться с угрозами, создаваемыми изменением климата, не отказываясь от устойчивого развития [Chowdhury, Moran, 2012].

Для того чтобы справиться с угрозами изменения климата, не отказываясь от принципов устойчивого развития, странам необходимо экономическое производство, которое, в свою очередь, обеспечивается за счет потребления энергии и сжигания ископаемого топлива. Это явление приводит к массовым выбросам опасных газов, таких как двуокись углерода (CO_2), которые привели к потеплению окружающей среды на планете [Kang et al., 2016]. Эти опасные газы, известны как парниковые газы (ПГ), и являются основной причиной изменения климата. Чаще всего выбрасываемые в окружающую среду газы — это углекислый газ (CO_2 , выделяемый при сжигании ископаемого топлива), метан (CH_4 , высвобождающийся при добыче и транспортировке нефти, газа и угля), закись азота (N_2O , образующаяся при промышленной и сельскохозяйственной деятельности). Кроме того, в результате промышленных процессов выделяются газы с высоким потенциалом глобального потепления, известные как фторированные газы [IPCC, 2014]. Таким образом, экономический рост происходит за счет ухудшения качества окружающей среды. Эта гипотеза впервые была представлена Гроссманом и Крюгером [Grossman, Kruger, 1991] в исследовании о воздействии на окружающую среду Североамериканского соглашения о свободной торговле и известна как Экологическая кривая Кузнецца (ЭКК). Последняя представляет собой перевернутую U-образную кривую, отражающую зависимость между экономическим ростом и загрязнением окружающей среды. Согласно гипотезе ЭКК, качество окружающей среды имеет тенденцию к ухудшению по мере роста дохода на душу населения, но после достижения определенного уровня дохода оно начинает улучшаться по мере дальнейшего роста дохода на душу населения [Sarkota, Bastola, 2017]. Концепция ЭКК представлена на рис. 1.

Кроме того, устойчивое развитие требует увеличения притока прямых иностранных инвестиций (ПИИ) для обеспечения процветания и создания рабочих мест в принимающих странах. Однако принимающие страны, помимо получения экономических выгод от притока ПИИ, также сталкиваются с некоторыми экологическими пробле-

Рис. 1. Экологическая кривая Кузнеця

Источник: Составлено авторами.

мами, которые в настоящее время становятся все более актуальными из-за растущей осведомленности о негативных последствиях изменения климата. Тем не менее приток ПИИ продолжает рассматриваться как важный источник создания рабочих мест и роста доходов для развивающихся стран и стран с формирующейся рыночной экономикой, поэтому они поддерживают его. При этом между странами продолжается гонка за привлечение как можно большего объема ПИИ за счет загрязнения окружающей среды и, как следствие, ухудшения ее качества [Vokpin, 2017]. Как правило, нормативные издержки также играют важнейшую роль в определении уровня притока и оттока ПИИ из развитых в развивающиеся страны и наоборот [Busse, Groizard, 2006]. Нормативные издержки для компаний, интенсивно загрязняющих окружающую среду, выше в развитых странах по сравнению с развивающимися, поскольку в развивающихся странах экологическая политика более гибкая, чем в развитых. Более низкие нормативные издержки и гибкая экологическая политика в развивающихся странах дают более высокие сравнительные преимущества активно загрязняющим окружающую среду отраслям, которые переносят «грязные» предприятия в развивающиеся страны. Развивающиеся страны становятся для них безопасной гаванью, позволяя избежать более высоких нормативных издержек. Таким образом, приток ПИИ может нанести ущерб качеству окружающей среды принимающих стран, стимулируя загрязнение, превышающее нормы. Эта идея известна как гипотеза об «убежищах для загрязнителей» (РНН), разработанная [Copeland, Taylor, 1994]. Согласно этой гипотезе, развитые страны физически инвестируют в развивающиеся, потому что последние, как правило, имеют более низкие экологические стандарты и слабое правоприменение. Таким образом, стоит внимательно изучить вопрос о том, ведет ли приток ПИИ к улучшению или, напротив, ухудшению качества окружающей среды в принимающих странах.

Данное исследование сосредоточено на азиатских странах. Информационный аналитический центр по выбросам двуокиси углерода (CDIAC) сообщает, что азиатские страны находятся в числе первых в списке государств с наибольшим уровнем вы-

бросов CO₂ при использовании ископаемого топлива [Boden et al., 2017]. Поскольку развивающиеся страны имеют тенденцию к экономическому росту, их выбросы CO₂ также увеличиваются, что становится серьезной проблемой для выполнения международных экологических соглашений, в частности Киотского протокола², в котором подчеркивается необходимость преодоления угроз для окружающей среды, таких как выбросы парниковых газов, глобальное потепление и т.д. На рис. 2 показаны тенденции выбросов CO₂ в развивающихся странах Азии.

Рис. 2. Тенденции выбросов CO₂ в странах Азии

Источник: Расчеты авторов на основе данных Всемирного банка.

Выбросы CO₂

Как видно из рис. 2, Казахстан является крупнейшим эмитентом CO₂. В 2019 г. выбросы CO₂ в Казахстане составили 12,24 тонны на душу населения, за ним следовали Иран, Малайзия и Китай с показателями в 8,42, 8,12 и 6,62 тонны на душу населения соответственно. Самый высокий уровень выбросов CO₂ в Казахстане связан с серией реформ, включая приватизацию, значительные изменения в системе регулирования и политические реформы, направленные на модернизацию и стабилизацию экономики. Реформы в Казахстане привели к увеличению притока ПИИ и значительному экономическому росту на протяжении 2000-х годов [OECD, 2017].

Справедливость гипотезы ЭКК много раз проверялась, однако существует потенциал для дальнейших исследований. Гипотезу ЭКК поддерживают многие исследователи, но эмпирические данные еще предстоит подтвердить. Кроме того, результаты могут быть подвергнуты сомнению, поскольку они не устойчивы к различным изменениям в спецификации эконометрической модели [Stern, 2014; Kaika, Zervas, 2013]. В эмпирической литературе по ЭКК встречаются противоречивые данные относительно справедливости гипотезы. Так, некоторые исследователи обнаружили, что экономический рост действительно ухудшает качество окружающей среды, что подтверждает гипотезу ЭКК [Pao, Tsai, 2011; Baek, Kim, 2013], в то время как [Al-Mulali et al., 2015] установи-

² Международное соглашение, заключенное с целью сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу Земли для противодействия глобальному потеплению.

ли положительную взаимосвязь между ВВП и снижением загрязнения как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Аналогично взаимосвязь между притоком ПИИ и ухудшением состояния окружающей среды по-прежнему неоднозначна и требует более глубокого изучения. В некоторых исследованиях делается вывод, что приток ПИИ благоприятен с точки зрения качества окружающей среды принимающих стран, поскольку он может быть источником передачи экологически чистых и энергоэффективных технологий [Eskeland, Harrison, 2003; Liang, 2008], в то время как некоторые исследования опровергают эту взаимосвязь и заключают, что приток ПИИ вредит качеству окружающей среды в принимающих странах [Pao, Tsai, 2011; Lan et al., 2011].

Основываясь на приведенных выше аргументах, мы в данном исследовании делаем попытку изучить динамическую взаимосвязь между притоком ПИИ, экономическим ростом и ухудшением состояния окружающей среды для отдельных азиатских стран в период с 1990 по 2019 г. В частности, мы пытаемся проверить справедливость гипотез ЭКК и «убежищ для загрязнителей» для отдельных азиатских стран в рассматриваемый период. Кроме того, мы анализируем влияние потребления энергии, глобализации и плотности населения с точки зрения ухудшения состояния окружающей среды.

Обзор литературы

В литературе рассматриваются различные загрязняющие вещества, используемые в качестве показателей деградации окружающей среды. Например, в первом эмпирическом исследовании ЭКК, проведенном [Grossman, Krueger, 1991], определялась зависимость доходов от выбросов диоксида серы (SO_2), концентрации мелкодисперсного дыма и взвешенных частиц. Селден и Сонг [Selden, Song, 1994] исследовали ЭКК для четырех показателей: диоксида серы, монооксида углерода, оксидов азота и взвешенных твердых частиц. Исследователи пришли к выводу, что гипотеза ЭКК верна для всех четырех загрязнителей. Аналогичным образом в различных исследованиях для изучения ЭКК использовался диоксид серы (SO_2) [Stern, Common, 2001; Taguchi, 2013]. Установлено, что двуокись серы (SO_2) оказывает локализованное воздействие, а двуокись углерода (CO_2) — глобальное воздействие, поэтому во многих исследованиях выбросы CO_2 использовались в качестве индикатора загрязнения, и изучалась взаимосвязь между этими выбросами и экономическим ростом [Saboori et al., 2012; Shahbaz et al., 2013; Chiu, 2017]. На долю двуокиси углерода CO_2 приходится около 76% выбросов в глобальную атмосферу [IPCC, 2014]. Таким образом, в данном исследовании выбросы CO_2 используются в качестве показателя ухудшения состояния окружающей среды.

Как правило, в литературе, посвященной данной проблеме, отмечается, что экономический рост приводит к увеличению уровней выбросов CO_2 и, как следствие, к ухудшению состояния окружающей среды. Эта взаимосвязь все еще рассматривается по-разному в эмпирической литературе, поэтому потенциал для дальнейших исследований не исчерпан. Шахбаз и его соавторы [Shahbaz et al., 2013] пришли к выводу, что экономический рост напрямую ведет к увеличению выбросов CO_2 . Аналогичным образом [Li et al., 2016] подтвердили верность гипотезы ЭКК для различных загрязнителей (включая сточные воды, выбросы твердых отходов и двуокись углерода). Влияние экономического роста также может варьироваться в зависимости от группы доходов. Например, Асланидис и Иранзо [Aslanidis, Iranzo, 2009], изучив валидность ЭКК, не обнаружили никаких доказательств справедливости этой гипотезы. Было подтверждено существование двух режимов, а именно режима стран с низким доходом и режима стран с уровнем дохода от среднего до высокого. В исследовании сделан вывод о том, что выбросы CO_2 увеличиваются при экономическом росте в рамках режима с низким

уровнем дохода, в то время как экономический рост замедляет ухудшение состояния окружающей среды при режиме уровня доходов от среднего до высокого. Можно сослаться на ряд исследований, представляющих доказательства существования ЭКК, включая [Jalil, Feridun, 2011], в котором гипотеза подтверждена для Китая, [Nasir, Ur Rehman, 2011; Ahmed, Long, 2012], где она подтверждается для Пакистана, [Mongelli et al., 2006] — для Италии и [Baek, Kim, 2013] — для Кореи. Напротив, в исследовании [Narayan, Narayan, 2010] установлено, что увеличение дохода привело к сокращению выбросов CO₂ в странах Южной Азии и Ближнего Востока.

В эмпирической литературе о связи между притоком ПИИ и загрязнением окружающей среды приводятся противоречивые аргументы. Некоторые исследования подтверждают положительную взаимосвязь между ПИИ и загрязнением, в то время как другие обнаруживают отрицательную связь между двумя переменными. Лян [Liang, 2008] установил положительную связь между ПИИ и качеством окружающей среды в принимающей стране (Китае), которая была связана с передачей экологически чистых технологий. Аналогичным образом Ачарья [Acharya, 2009] обнаружил положительное влияние притока ПИИ на экономический рост и выбросы CO₂ в Индии. Более того, исследование показало, что в 1990-е годы приток ПИИ оказывал более сильное положительное влияние на выбросы CO₂ через экономический рост. Напротив, Пао и Цай [Paо, Tsai, 2011] пришли к выводу, что приток ПИИ ухудшает качество окружающей среды. Таким образом, это исследование подтверждает гипотезу об «убежищах для загрязнителей» (РНН). Аль-Мулали с соавторами [Al-Mulali et al., 2015] сделали вывод, что приток капитала увеличивает загрязнение, и подтвердили справедливость РНН для Вьетнама, в то время как [Lau, 2014] также установил, что ПИИ ухудшают качество окружающей среды, способствуя экономическому росту. Ли и его соавторы [Li et al., 2016] сделали вывод, что приток ПИИ увеличивает выбросы CO₂, что ухудшает качество окружающей среды. Однако данное исследование также показало, что это влияние может быть минимальным. Аналогичным образом в других исследованиях, таких как [Vokpin, 2017] и [Baek, 2016], обнаружено негативное воздействие притока ПИИ на качество окружающей среды. Таким образом, подтверждается гипотеза РНН и вывод о том, что приток ПИИ приводит к увеличению уровней выбросов CO₂.

Потребление энергии долгое время ассоциировалось с увеличением выбросов CO₂, а значит, с ростом концентрации парниковых газов и изменением климата. Шабаз и соавторы [Shahbaz et al., 2013] установили, что потребление энергии оказывает положительное влияние на выбросы CO₂. Помимо выбросов CO₂, потребление энергии также положительно влияет на распространение других загрязнителей, таких как сточные воды и выбросы твердых отходов [Li et al., 2016]. Исследования [Ahmed, Long, 2012] и [Leitao, 2013] также подтверждают положительную взаимосвязь между потреблением энергии и выбросами CO₂. Таким образом, потребление энергии может вызывать ухудшение качества окружающей среды. Потребление энергии является одним из основных факторов, определяющих выбросы CO₂ [Jalil, Feridun, 2011].

В исследовании [Liu et al., 2020] установлено, что взаимосвязь глобализации и выбросов CO₂ иллюстрируется перевернутой U-образной кривой. Это заключение поддерживает справедливость гипотезы ЭКК для стран «Группы семи». В исследовании [Nguyen, Le, 2020] обнаружено, что глобализация вредна для экономики, и по мере ее распространения выбросы CO₂ во Вьетнаме увеличивались. Шабаз и соавторы [Shahbaz et al., 2019] также исследовали выбросы CO₂, стимулируемые глобализацией, изучив ЭКК 87 стран с высоким и низким уровнем дохода. Примечательно, что для некоторых стран была подтверждена гипотеза о U-образной или перевернутой U-образной форме зависимости, однако для ряда стран не подтвердилась ни та, ни другая. В исследова-

нии сделан вывод, что в некоторых странах усиление глобализации ведет к снижению выбросов углерода, а в других глобализация приводит к ухудшению состояния окружающей среды. В работе [AhAtil et al., 2019] исследована связь между выбросами CO₂ и четырьмя измерениями глобализации: экономической, социальной, политической и глобализацией в целом. Было установлено, что в краткосрочной перспективе экономическая глобализация не оказывает воздействия на выбросы CO₂, однако в долгосрочной перспективе она значительно влияет на них.

В отношении плотности населения [Ahmed, Long, 2012] пришли к выводу, что она положительно связана с деградацией окружающей среды в Пакистане, а [Saleem et al., 2018] обнаружили, что плотность населения является сильным предиктором выбросов парниковых газов и оказывает значительное влияние на рост выбросов CO₂. Аналогичным образом [Sapkota, Bastola, 2017] обнаружили положительное влияние плотности населения на выбросы углекислого газа. Более того, исследование подтвердило, что на густонаселенных территориях загрязнение менее заметно и вызывает меньшее по силе негативное восприятие. Аналогичным образом [Cole et al., 2008] обнаружили, что предприятия, расположенные в районах с высокой плотностью населения, имеют тенденцию к более высокому загрязнению. В исследовании сделан вывод, что плотность населения и выбросы SO₂ положительно связаны друг с другом.

Данные и методология

Данные и описательная статистика

Для оценки модели (1) используются панельные данные по 16 азиатским странам за период с 1990 по 2019 г. Это Армения, Бангладеш, Камбоджа, Китай, Индия, Индонезия, Иран, Иордания, Казахстан, Малайзия, Непал, Пакистан, Филиппины, Шри-Ланка, Таиланд, Вьетнам. Выбор стран обусловлен доступностью данных. Данные по выбросам CO₂, ВВП на душу населения, чистому притоку ПИИ, потреблению энергии и плотности населения взяты из Индикаторов мирового развития (WDI), а данные по глобализации — из индекса KOF (подробнее см. [Gygli et al., 2019]). Сводная статистика данных представлена в табл. 1. Как видно из табл. 1, общее количество исследуемых стран — 16 ($n = 16$), рассматриваемый период — 30 лет ($t = 30$), а общее число наблюдений — 480 ($N = 480$). Самое высокое среднее значение составляет 15200000,0 для квадрата ВВП на душу населения, а наименьшее среднее значение — 2,80 для выбросов CO₂. Выбросы CO₂ колеблются в диапазоне от 0,04 до 18,01 тонны на душу населения, а ВВП на душу населения — от 321,3 до 12478,2 долл. США. Энергопотребление составляет от 118,9 до 4796,1 килограммов нефтяного эквивалента на душу населения. Чистый приток ПИИ колеблется от -2,76 до 23,21% ВВП, плотность населения — от 5,50 до 1252,60 человек на 1 кв. км площади суши, а показатель глобализации находится в диапазоне от 11,10 до 90,30.

В данном исследовании рассматриваются динамические взаимосвязи между выбросами CO₂, притоком ПИИ, экономическим ростом, потреблением энергии, глобализацией и плотностью населения. Кроме того, делается попытка подтвердить справедливость гипотез ЭКК и РНН. В этой связи в исследование включены наиболее релевантные переменные из эмпирической литературы по ЭКК и РНН [Sapkota, Bastola, 2017; Acharyya, 2009; Dinda, 2004]. В результате рассматривается следующее уравнение:

$$\ln CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it}^2 + \beta_3 \ln FDI_{it} + \beta_4 \ln EC_{it} + \beta_5 \ln GBZ_{it} + \beta_6 \ln PD_{it} + \varepsilon_{it},$$

где i — пространственные данные; t — временной ряд; β_0 — константа; $(\beta_1 \dots \beta_6)$ — коэффициенты; ε_{it} — погрешность; $\ln$ — натуральный логарифм переменных; $CO2_{it}$ — выбро-

Таблица 1. Описательная статистика

Переменная	Анализ	Среднее	Ст. откл.	Мин.	Макс.	Наблюдения
Выбросы CO ₂	Общий	2,800	3,39	0,04	18,01	N = 480
	Межгрупповой		3,32	0,16	12,57	n = 16
	Внутригрупповой		1,08	–1,97	8,23	T = 30
ВВП на душу населения	Общий	2915,0	2583,6	321,3	12478,2	N = 480
	Межгрупповой		2352,3	536,9	8148,3	n = 16
	Внутригрупповой		1215,3	–696,3	7742,0	T = 30
Квадрат ВВП на душу населения	Общий	15200000,0	25900000,0	103221,6	156000000,0	N = 480
	Межгрупповой		21600000,0	308808,7	71100000,0	n = 16
	Внутригрупповой		15200000,0	–35400000,0	99700000,0	T = 30
Потребление энергии	Общий	1082,8	1047,6	118,9	4796,1	N = 480
	Межгрупповой		1004,9	176,6	3823,4	n = 16
	Внутригрупповой		385,8	–416,1	2398,8	T = 30
ПИИ	Общий	2,945	3,25	–2,76	23,21	N = 480
	Межгрупповой		2,29	0,19	7,10	n = 16
	Внутригрупповой		2,37	–3,28	20,71	T = 30
Плотность населения	Общий	214,366	240,67	5,50	1252,60	N = 480
	Межгрупповой		244,47	5,99	1041,97	n = 16
	Внутригрупповой		42,17	–35,01	425,00	T = 30
Глобализация	Общий	51,572	23,38	11,10	90,30	N = 480
	Межгрупповой		21,30	25,54	87,23	n = 16
	Внутригрупповой		10,98	4,73	84,74	T = 30

Источник: Расчеты авторов.

сы углекислого газа, которые используются в качестве прокси-переменной деградации окружающей среды. Это зависимая переменная, измеряемая в тоннах на душу населения. GDP_{it} – валовой внутренний продукт (ВВП) на душу населения, измеренный в постоянных долларах США 2010 г. Квадрат ВВП на душу населения обозначается как GDP_{it}^2 . FDI_{it} – это чистый приток прямых иностранных инвестиций (ПИИ), измеряемый в процентах ВВП. EC_{it} – потребление энергии, которое измеряется в килограммах нефтяного эквивалента на душу населения. GBZ_{it} – показатель глобализации. Этот показатель – индекс КОФ, измеряемый по шкале от 1 (самый низкий уровень глобализации) до 100 (самый высокий уровень глобализации). Индекс КОФ охватывает несколько аспектов глобализации. Однако в данном исследовании используется только показатель экономической глобализации индекса КОФ. PD_{it} – это переменная плотности населения, измеряемая в количестве человек на 1 кв. км площади суши, ε_{it} – погрешность. Существование ЭКК, то есть перевернутой U-образной зависимости между выбросами CO₂ и экономическим ростом, может быть подтверждено расчетными

значениями коэффициентов при переменных GDP и GDP², то есть β_1 и β_2 . Зависимости не будет, если оба коэффициента будут равны нулю, то есть $\beta_1 = \beta_2 = 0$. Аналогичным образом монотонно убывающая линейная зависимость будет наблюдаться, если $\beta_1 < 0$ и $\beta_2 = 0$. U-образная зависимость будет наблюдаться при оцененных коэффициентах $\beta_1 < 0$ и $\beta_2 > 0$, а обратная U-образная зависимость (ЭКК) — если $\beta_1 > 0$ и $\beta_2 < 0$. Ожидаемый знак коэффициента при переменной ЕС является положительным, в то время как ожидаемые знаки коэффициентов при FDI, GZB и PD могут быть как положительными, так и отрицательными, поскольку эмпирическая литература предлагает противоречивые выводы по каждой из этих переменных.

Эконометрический подход

Для оценки модели необходимо проверить наличие единичного корня во временном ряду. Для проверки наличия единичного корня в панельных данных разработано несколько тестов, которые широко используются при анализе динамических оценок. Тесты на единичный корень делятся на два типа: первого и второго поколения. Тесты обоих типов зависят от предположения о перекрестной независимости панельных данных. Тесты на единичный корень первого поколения включают тесты Левина — Лина — Чу (LLC) [Levin et al., 2002], Брайтунга [Breitung, 2001], Има — Песарана — Шина (IPS) [Im et al., 2003], тесты Фишера с использованием статистики Дики — Фуллера (ADF) и Филипса — Перрона (PP) [Choi, 2001; Maddala, Wu, 1999] и др. В настоящем исследовании для проверки гипотезы единичного корня в панельных данных использовались тесты LLC, IPS и Фишера.

В дополнение к тестам на единичный корень в литературе также широко используются коинтеграционные тесты. В данном исследовании применяются тесты на коинтеграцию на основе остатков. Тесты на основе остатков нацелены на наблюдение единичного корня в остатках путем моделирования уравнения коинтеграции. Наличие единичного корня в остатках указывает на отсутствие коинтеграции между переменными. Напротив, коинтеграция существует, если единичный корень в остатках отсутствует. Общеизвестными тестами на основе остатков являются тесты Педрони [Pedroni, 1999; Pedroni, 2004], Као [McCoskey, Kao, 1998; Kao, 1999] и Вестерлунда [Westerlund, 2007]. Если наличие коинтеграции подтверждается тестами на основе остатков, такими как Педрони и Као, следующим шагом является выбор средства оценки панельной коинтеграции. Поскольку оценка обычным методом наименьших квадратов имеет асимптотическое смещение второго порядка с недопустимыми стандартными ошибками [Kao, Chen, 1995], в этом исследовании использованы альтернативные оценки, такие как полностью модифицированный метод наименьших квадратов (FMOLS) и динамический метод наименьших квадратов (DOLS) для оценки панельной коинтеграции. Целью применения FMOLS и DOLS является оценка долгосрочной равновесной связи между переменными после проведения тестов на коинтеграцию. Преимущество FMOLS заключается в корректировке проблем, связанных с корреляцией в рамках ряда и ошибкой эндогенности. FMOLS также помогает устранить проблему гетерогенной коинтеграции [Khan et al., 2019]. Хамит-Хаггар [Hamit-Hagggar, 2012] считает FMOLS наиболее подходящим методом для анализа панельных данных. Аналогичным образом DOLS также принимает во внимание корреляцию в рамках временных рядов и эндогенность, характерные для стандартного метода наименьших квадратов, путем использования лагированных переменных в уравнении панельной коинтеграции [Othman, Masih, 2015].

Результаты и обсуждение

Тесты на единичный корень в панельных данных, упомянутые в данной статье, включают индивидуальные эффекты, и в них используется заданный авторами лаг, равный единице. Результаты тестов на наличие единичного корня представлены в табл. 2. В исследовании использовались тесты Левина – Лина – Чу (LLC), Има – Песарана – Шина (IPS) и Фишера для проверки порядка интеграции. В табл. 2 представлены результаты этих трех тестов для переменных и первых разностей. Результаты указывают на отсутствие проблемы стационарности первой разности для всех переменных при уровне значимости 1%. Следовательно, было установлено сочетание интеграционных процессов $I(0)$ и $I(1)$ порядков, после чего изучалось наличие коинтеграции между зависимой переменной (выбросы CO₂) и независимыми переменными (ВВП, квадрат ВВП, ПИИ, потребление энергии, глобализация и плотность населения).

Таблица 2. Результаты панельных тестов на наличие единичного корня

Переменная	LLC		IPS		Фишер			
	уровни	1-я разн.	уровни	1-я разн.	уровни	1-я разн.	уровни	1-я разн.
	t*-стат.		W-стат.		ADF – хи-квадрат		PP – хи-квадрат	
Выбросы CO ₂	–0,35	–6,97***	3,61	–8,68***	16,02	141,84***	33,04	300,77***
ВВП	–0,16	–4,28***	6,27	–5,93***	11,24	97,40***	7,90	156,04***
Квадрат ВВП	–0,16	–4,28***	6,27	–5,93***	11,24	97,40***	7,90	156,04***
ПИИ	–4,00***	–	–7,33***	–	117,12***	–	118,8***	–
Потребление энергии	–0,13	–5,92***	3,31	–7,71***	18,66	124,26***	25,16	280,31***
Глобализация	–5,00***	–	–3,11***	–	64,95***	–	55,06***	–
Плотность населения	–0,41	–7,05***	1,85	–4,00***	38,04	84,92***	297,1***	–

Примечание. *10%-й уровень значимости, **5%-й уровень значимости, ***1%-й уровень значимости.

Для анализа долгосрочного равновесия между интересующими переменными применяются два теста: панельная и групповая статистика Педрони и t -статистика Као. Тесты основаны на разных предположениях и подходах к расчету статистики. Нулевая гипотеза тестов состоит в том, что коинтеграция отсутствует, альтернативная предполагает коинтеграцию рядов. На основе внутригруппового анализа в рамках теста Педрони независимо суммируются числители и знаменатели по временному ряду, а полученные суммы используются для вычисления статистики. Панельная статистика разделяется на четыре компоненты: ν -статистика, ρ -статистика, PP- и ADF-статистика. Напротив, в рамках межгруппового анализа при осуществлении теста Педрони числитель делится на знаменатель, после чего проводится суммирование по группам и вычисление статистики. Групповая статистика Педрони включает три вычисляемых компонента: групповую ρ -статистику, PP-статистику и ADF-статистику. t -статистика Као предполагает однородность панельных данных и основана на подходе расширенного теста Дики – Фуллера. Она рассчитывается на основе панельной оценки методом наименьших квадратов в регрессии с фиктивными переменными (LSDV).

Результаты тестов Педрони и Као представлены в табл. 3. Для тестов коинтеграции Педрони и Као размер лага определяется автоматически на основе информационного критерия Шварца (SIC), а ядро Бартлетта используется для спектральной оценки с автоматическим определением ширины лага по Ньюи и Уэсту. Оба теста предполагают наличие индивидуальной точки пересечения без детерминированной тенденции. Результаты показывают, что между переменными существуют долгосрочные зависимости, то есть они коинтегрированы и имеют тенденцию изменяться совместно в долгосрочной перспективе.

Таблица 3. Результаты тестов на коинтеграцию

Тест	Тест на коинтеграцию	Статистика
Педрони	Панельная ν -статистика	0,554528
	Панельная ρ -статистика	0,733316
	Панельная PP-статистика	-6,787947***
	Панельная ADF-статистика	-2,506911***
	Групповая ρ -статистика	2,844066
	Групповая PP-статистика	-5,722652***
	Групповая ADF-статистика	-3,570637***
Као	t-статистика	-2,909462***

Примечание. *10%-й уровень значимости, **5%-й уровень значимости, ***1%-й уровень значимости.

В табл. 3 представлены доказательства наличия долгосрочной взаимосвязи между переменными. Следующим шагом является оценка взаимосвязи между переменными и получение итоговых запланированных результатов. Для этого используются две классические долгосрочные оценки, а именно полностью модифицированный МНК (FMOLS) и динамический МНК (DOLS).

В табл. 4 представлены результаты анализа FMOLS и DOLS. Динамический МНК дает лучшие результаты по сравнению с полностью модифицированным МНК. Это соответствует выводам [Kao Chihwa, Chiang MinHsien, 2001], которые показали с использованием моделирования методом Монте-Карло, что на конечной выборке DOLS работает лучше, чем FMOLS. По результатам обеих оценок коэффициенты при логарифме ВВП и логарифме квадрата ВВП значимы на уровне 1% и являются положительными и отрицательными соответственно. Это значит, что гипотеза ЭКК для отдельных азиатских стран подтверждается в долгосрочной перспективе. Значения коэффициентов при ВВП и квадрате ВВП в рамках модели DOLS показывают, что увеличение ВВП на душу населения на 1% в долгосрочной перспективе приведет к увеличению выбросов CO₂ на 15,647%. Отрицательный коэффициент при квадрате ВВП на душу населения показывает, что увеличение показателя на 1% ведет к снижению выбросов CO₂ на -1,122%. С другой стороны, отрицательный коэффициент логарифмированного квадрата ВВП на душу населения подразумевает слабый и отсроченный эффект, который может свидетельствовать о неспособности страны идти в ногу с ускоряющимися открытиями, улучшением производственных методов и внедрением более чистых технологий. В результате экологические нормы могут сыграть важную роль в улучшении качества окружающей среды. Таким образом, гипотеза ЭКК верна для отдельных ази-

атских стран, и эти результаты согласуются с исследованиями [Baek, Kim, 2013; Shahbaz et al., 2013; Jalil, Feridun, 2011; Nasir, Rehman, 2011; Mongelli et al., 2006].

Таблица 4. Результаты FMOLS и DOLS

Переменная	DOLS	FMOLS
Ln ВВП на душу населения	15,647***	9,320***
	(5,756)	(1,561)
Ln квадрата ВВП на душу населения	–1,122*** (0,385)	–0,542*** (0,101)
Ln притока ПИИ	0,056*** (0,014)	–0,002 (0,006)
Ln потребления энергии	1,285*** (0,308)	0,752*** (0,082)
Ln глобализации	–0,575 (0,611)	0,054 (0,045)
Ln плотности населения	1,187 (1,077)	–0,130 (0,270)

Примечание. *10%-й уровень значимости, **5%-й уровень значимости, ***1%-й уровень значимости.

Аналогичным образом коэффициент при притоке ПИИ положителен и значим на уровне 1%, из чего следует, что увеличение притока ПИИ на 1% приводит к увеличению уровня выбросов CO₂ на 0,056% в долгосрочной перспективе и, соответственно, к ухудшению качества окружающей среды. Эти результаты подтверждают предположение о том, что приток ПИИ ухудшает качество окружающей среды, поэтому очевидно подтверждение гипотезы РНН в отдельных странах Азии. Результат аналогичен исследованиям [Pao, Tsai, 2011; Lau et al., 2014; Neequaye, Oladi, 2015], которые также показали, что приток ПИИ вредит качеству окружающей среды, способствуя выбросам CO₂. Коэффициент при энергопотреблении значим на уровне 1% и подтверждает положительную связь показателя с выбросами CO₂. Этот результат согласуется с [Shahbaz et al., 2013; Li et al., 2016]. Расчеты показывают, что увеличение потребления энергии на 1% увеличивает выбросы CO₂ на 1,285% в долгосрочной перспективе. Хотя коэффициенты при показателях глобализации и плотности населения положительны, в долгосрочной перспективе влияние соответствующих показателей на выбросы CO₂ не является значимым.

Заключение и последствия для политики

В данной статье анализируется влияние возможных детерминант ухудшения качества окружающей среды путем изучения динамического воздействия притока ПИИ и экономического роста на изменение состояния окружающей среды в отдельных азиатских странах. Кроме того, в исследовании предпринята попытка оценить выполнение гипотез ЭКК и РНН и влияние потребления энергии, глобализации и плотности населения на ухудшение состояния окружающей среды в отдельных азиатских странах в период с 1990 по 2019 г. Использовался подход панельной коинтеграции на основе полностью

модифицированного МНК (FMOLS) и динамического МНК (DOLS) для оценки долгосрочных связей между переменными. Полученные данные явно свидетельствуют о подтверждении гипотез ЭКК и РНН в азиатских странах в 1990–2019 гг. Более того, экономический рост играет важную роль в ухудшении качества окружающей среды, но этот эффект после определенного поворотного момента в долгосрочной перспективе обращается вспять. В дальнейшем, по мере того как экономический рост продолжается, качество окружающей среды улучшается, тем самым подтверждая существование ЭКК.

Установлено, что приток ПИИ положительно связан с выбросами CO₂ и, соответственно, способствует ухудшению состояния окружающей среды. Это означает, что компании ищут «убежище» в принимающих странах для перемещения своих предприятий, интенсивно загрязняющих окружающую среду, на фоне слабых природоохранных норм. Полученные данные свидетельствуют о том, что в долгосрочной перспективе гипотеза РНН для азиатских стран подтверждается. Потребление энергии вносит большой вклад в выбросы CO₂ и вызывает ухудшение состояния окружающей среды, поскольку оно является основной производственной потребностью промышленности для достижения требуемых целей. Коэффициенты при показателях глобализации и плотности населения в долгосрочной перспективе оказываются незначимыми, и данные показатели не оказывают влияния на ухудшение состояния окружающей среды.

Результаты данного исследования позволяют дать следующие рекомендации. Во-первых, для сохранения экологической системы и окружающей среды в рассмотренных азиатских странах правительства должны действовать сообща, приняв совместное решение о целевых показателях и сокращении выбросов CO₂ путем разработки политики сокращения выбросов, такой как введение ценообразования на углерод. В рамках подхода ценообразования на углерод с генерируемых выбросов углерода и источников загрязнения взимаются налоги, направленные на снижение выбросов. Подход ценообразования на выбросы углерода широко применяется во всем мире и доказано, что он позволяет снизить уровень выбросов CO₂ [Boyce, 2018]. Кроме того, правительства должны стратегически разрабатывать и реализовывать политику поощрения экономического роста параллельно с улучшением качества окружающей среды с конечной целью достижения устойчивого развития. Во-вторых, поскольку гипотеза РНН подтверждается, рассмотренные азиатские страны должны стремиться к поощрению притока ПИИ, положительно влияющих на экологию, и передачи энергоэффективных технологий для улучшения качества окружающей среды. В-третьих, проблеме ухудшения состояния окружающей среды вследствие роста потребления энергии следует решать путем стимулирования использования более чистой энергии, поощрения инноваций и технологических разработок в сфере гидроэнергетики, энергии ветра, солнечной энергетики и смежных сферах во всех странах.

Список источников

- Acharyya J. (2009). FDI, Growth and the Environment: Evidence From India on CO₂ Emission During the Last Two Decades // *Journal of Economic Development*. Vol. 34. No. 1. P. 43–58. Режим доступа: <http://www.jed.or.kr/full-text/34-1/3.pdf> (дата обращения: 03.08.2021).
- AhAtil A., Bouheni F.B., Lahiani A., Shahbaz M. (2019). Factors Influencing CO₂ Emission in China: A Nonlinear Autoregressive Distributed Lags Investigation. MPRA Paper No. 91191, Munich Personal RePEc Archive. Режим доступа: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/91190/> (дата обращения: 14.01.2021).
- Ahmed K., Long W. (2012). Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An Empirical Analysis // *Procedia Economics and Finance*. Vol. 1. P. 4–13. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00003-2).

- Al-Mulali U., Saboori B., Ozturk I. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Vietnam // *Energy Policy*. Vol. 76. P. 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>.
- Aslanidis N., Iranzo S. (2009) Environment and Development: Is There a Kuznets Curve for CO₂ Emissions? // *Applied Economics*. Vol. 41. No. 6. P. 803–810. <https://doi.org/10.1080/00036840601018994>.
- Baek J. (2016). A new look at the FDI – income – energy – environment nexus: Dynamic panel data analysis of ASEAN // *Energy Policy*. Vol. 91. P. 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.045>
- Baek J., Kim H.S. (2013). Is Economic Growth Good or Bad for the Environment? Empirical Evidence From Korea // *Energy Economics*. Vol. 36. P. 744–749. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.020>.
- Boden T.A., Marland G., Andres R.J. (2017). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Oak Ridge, TN. https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017.
- Bokpin G.A. (2017). Foreign Direct Investment and Environmental Sustainability in Africa: The Role of Institutions and Governance // *Research in International Business and Finance*. Vol. 39. P. 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.07.038>.
- Boyce J.K. (2018). Carbon Pricing: Effectiveness and Equity // *Ecological Economics*. Vol. 150. P. 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.030>.
- Breitung J. (2001). The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data // *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels* / B.H. Baltagi, T.B. Fomby, R. Carter Hill (eds). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15006-6](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15006-6).
- Busse M., Groizard J.L. (2006). FDI, Regulations and Growth. HWWA Discussion Paper No. 342, Hamburg Institute of International Economics. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.895243>.
- Chiu Y.-B. (2017). Carbon Dioxide, Income and Energy: Evidence From a Non-Linear Model // *Energy Economics*. Vol. 61. P. 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.11.022>.
- Choi I. (2001). Unit Root Tests for Panel Data // *Journal of International Money and Finance*. Vol. 20. No. 2. P. 249–72. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6).
- Chowdhury R.R., Moran E.F. (2012). Turning the Curve: A Critical Review of Kuznets Approaches // *Applied Geography*. Vol. 32. No. 1. P. 3–11. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2010.07.004>.
- Cole M.A., Elliott R.J.R., Wu S. (2008). Industrial Activity and the Environment in China: An Industry-Level Analysis // *China Economic Review*. Vol. 19. No. 3. P. 393–408. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2007.10.003>.
- Copeland B.R., Taylor M.S. (1994) North-South Trade and the Environment // *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 109. No. 3. P. 755–787. <https://doi.org/10.2307/2118421>.
- Dinda S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey // *Ecological Economics*. Vol. 49. No. 4. P. 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>.
- Eskeland G.S., Harrison A.E. (2003). Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis // *Journal of Development Economics*. Vol. 70. No. 1. P. 1–23. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(02\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(02)00084-6).
- Grossman G.M., Krueger A.B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER Working Paper N 3914, National Bureau of Economic Research. Режим доступа: <http://www.nber.org/papers/w3914> (дата обращения: 03.08.2021).
- Gygli S., Haelg F., Potrafke N., Sturm J.-E. (2019). The KOF Globalisation Index – Revisited // *The Review of International Organizations*. Vol. 14. No. 3. P. 543–574. <https://doi.org/10.1007/s11558-019-09344-2>.
- Hamit-Hagggar M. (2012). Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis From Canadian Industrial Sector Perspective // *Energy Economics*. Vol. 34. No. 1. P. 358–364. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.005>.
- Im K.S., Pesaran M.H., Shin Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels // *Journal of Econometrics*. Vol. 115. No. 1. P. 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Режим доступа: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/> (дата обращения: 03.08.2021).

- Jalil A., Feridun M. (2011). The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis // *Energy Economics*. Vol. 33. No. 2. P. 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>.
- Kaika D., Zervas E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory – Part A: Concept, Causes and the CO₂ Emissions Case // *Energy Policy*. Vol. 62. P. 1392–402. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>.
- Kang Y.-Q., Zhao T., Yang Y.-Y. (2016). Environmental Kuznets Curve for CO₂ Emissions in China: A Spatial Panel Data Approach // *Ecological Indicators*. Vol. 63. P. 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.011>.
- Kao C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. // *Journal of Econometrics*. Vol. 90. No. 1. P. 1–44. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2).
- Kao C., Chen B. (1995). On the Estimation and Inference for Cointegration in Panel Data When the Cross Section and Time Series Dimensions Are Comparable. Manuscript. N.Y.: Centre for Policy Research, Syracuse University.
- Kao C., Chiang M.-H. (2001). On the Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data // *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels* / B.H. Baltagi, T.B. Fomby, R. Carter Hill (eds). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15007-8](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15007-8).
- Khan M.W.A., Panigrahi S.K., Almuniri K.S.N., Soomro M.I., Mirjat N.H., Alqaydi E.S. (2019). Investigating the Dynamic Impact of CO₂ Emissions and Economic Growth on Renewable Energy Production: Evidence From FMOLS and DOLS Tests // *Processes*. Vol. 7. No. 8. P. 496. <https://doi.org/10.3390/pr7080496>.
- Lan J., Kakinaka M., Huang X. (2011). Foreign Direct Investment, Human Capital and Environmental Pollution in China // *Environmental and Resource Economics*. Vol. 51. No. 2. P. 255–275. <https://doi.org/10.1007/s10640-011-9498-2>.
- Lau L.-S., Choong C.-K., Eng Y.-K. (2014). Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter? // *Energy Policy*. Vol. 68. P. 490–497. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>.
- Leitão N.C. (2013). The Environmental Kuznets Curve and Globalization: The Empirical Evidence for Portugal, Spain, Greece and Ireland // *Energy Economics Letters*. Vol. 1. No 1. P. 15–23. Режим доступа: [http://www.aessweb.com/pdf-files/eel%201\(1\)%2015-23.pdf](http://www.aessweb.com/pdf-files/eel%201(1)%2015-23.pdf) (дата обращения: 03.08.2021).
- Levin A., Lin C.-F., Chu C.-S.J. (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties // *Journal of Econometrics*. Vol. 108. No. 1. P. 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7).
- Li T., Wang Y., Zhao D. (2016). Environmental Kuznets Curve in China: New Evidence From Dynamic Panel Analysis // *Energy Policy*. Vol. 91. P. 138–147. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.002>.
- Liang F.H. (2008). Does Foreign Direct Investment Harm the Host Country's Environment? Evidence from China // *International Finance eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1479864>.
- Liu M., Ren X., Cheng C., Wang Z. (2020). The Role of Globalization in CO₂ Emissions: A Semi-Parametric Panel Data Analysis for G7. // *Science of the Total Environment*. Vol. 718. P.137–379. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137379>.
- Maddala G.S., Wu S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests With Panel Data and a New Simple Test // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. Vol. 61. No. s1. P. 631–652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610S1631>.
- McCoskey S., Kao C. (1998). A Residual-Based Test of the Null of Cointegration in Panel Data // *Econometric Reviews*. Vol. 17. No. 1. P. 57–84. <https://doi.org/10.1080/07474939808800403>.
- Mongelli I., Tassielli G., Notarnicola B. (2006). Global Warming Agreements, International Trade and Energy/Carbon Embodiments: An Input – Output Approach to the Italian Case // *Energy Policy*. Vol. 34. No. 1. P. 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.06.004>.
- Narayan P.K., Narayan S. (2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence From Developing Countries // *Energy Policy*. Vol. 38. No. 1. P. 661–666. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.005>.
- Nasir M., Ur Rehman F. (2011). Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Pakistan: An Empirical Investigation // *Energy Policy*. Vol. 39. No. 3. P. 1857–1864. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.025>.

- Neequaye N.A., Oladi R. (2015). Environment, Growth, and FDI Revisited // *International Review of Economics & Finance*. Vol. 39. P. 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2015.06.002>.
- Nguyen T.C.V., Le Q.H. (2020). Impact of Globalization on CO₂ Emissions in Vietnam: An Autoregressive Distributed Lag Approach // *Decision Science Letters*. Vol. 9. No. 2. P. 257–270. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2019.10.001>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2017). Foreign Direct Investment Performance and Kazakhstan's Economic Development. OECD Investment Policy Reviews: Kazakhstan 2017. <https://doi.org/10.1787/9789264269606-en>.
- Othman A.N., Masih M. (2015). Do Profit and Loss Sharing (Pls) Deposits Also Affect Pls Financing? Evidence From Malaysia Based on Dols, Fmols and System Gmm Techniques. MPRA Paper No 65224, Munich Personal RePEc Archive. Режим доступа: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/65224/1/MPRA_paper_65224.pdf (дата обращения: 29 January 2021).
- Pao H.-T., Tsai C.-M. (2011). Modeling and Forecasting the CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in Brazil // *Energy*. Vol. 36. No. 5. P. 2450–2458. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.032>.
- Pedroni P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels With Multiple Regressors // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. Vol. 61. No. s1. P. 653–670. Режим доступа: <https://web.williams.edu/Economics/wp/pedroncriticalvalues.pdf> (дата обращения: 03.08.2021).
- Pedroni P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests With an Application to the PPP Hypothesis // *Econometric Theory*. Vol. 20. No 3. P. 597–625. <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073>.
- Saboori B., Sulaiman J., Mohd S. (2012). Economic Growth and CO₂ Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve // *Energy Policy*. Vol. 51. P. 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.065>.
- Saleem H., Jiandong W., Zaman K., Elsherbini Elashkar E., Mohamd Shoukry A. (2018). The Impact of Air-Railways Transportation, Energy Demand, Bilateral Aid Flows, and Population Density on Environmental Degradation: Evidence From a Panel of Next-11 Countries // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Vol. 62. P. 152–168. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.016>.
- Sapkota P., Bastola U. (2017). Foreign Direct Investment, Income, and Environmental Pollution in Developing Countries: Panel Data Analysis of Latin America // *Energy Economics*. Vol. 64. P. 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.001>.
- Selden T.M., Song D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? // *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 27. No. 2. P. 147–162. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>.
- Shahbaz M., Hye Q.M.A., Tiwari A.K., Leitão N.C. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO₂ Emissions in Indonesia // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 25. P. 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.009>.
- Shahbaz M., Mahalik M.K., Shahzad S.J.H., Hammoudeh S. (2019). Testing the Globalization-Driven Carbon Emissions Hypothesis: International Evidence // *International Economics*. Vol. 158. P. 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2019.02.002>.
- Stern D.I. (2014). The Environmental Kuznets Curve: A Primer, CCEP Working Paper No 1404, Centre for Climate Economic & Policy, Crawford School of Public Policy, Australian National University. Режим доступа: https://ccep.crawford.anu.edu.au/sites/default/files/publication/ccep_crawford_anu_edu_au/2014-06/ccep1404.pdf (дата обращения: 03.08.2021).
- Stern D.I., Common M.S. (2001). Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur? // *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 41. No. 2. P. 162–178. <https://doi.org/10.1006/jeem.2000.1132>.
- Taguchi H. (2013). The Environmental Kuznets Curve in Asia: The Case of Sulphur and Carbon Emissions // *Asia-Pacific Development Journal*. Vol. 19. No. 2. P. 77–92. <https://doi.org/10.18356/9EB232AA-EN>.
- Westerlund J. (2007). Testing for Error Correction in Panel Data // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. Vol. 69. No. 6. P. 709–748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>.

Investigating the Dynamic Impact of FDI Inflows and Economic Growth on Environmental Degradation: Evidence From FMOLS and DOLS for Selected Asian Countries¹

H.H. Khan, S.R. Rahmat

Hamad Hasul Khan – PhD Fellow, Department of Economics, School of Social Sciences, Universiti Sains Malaysia, 11800, Gelugor, Penang, Malaysia; hasul.hamad123@gmail.com

Siti Rahyla Rahmat – Senior Lecturer, Department of Economics, School of Social Sciences, Universiti Sains Malaysia, 11800, Gelugor, Penang, Malaysia; rahyla@usm.my

Abstract

The study examines the dynamic relationship between foreign direct investment (FDI) inflows, economic growth, and environmental degradation and investigates the long-run validity of the environmental Kuznets curve (EKC) and the pollution haven hypothesis (PHH) for selected Asian countries over the period 1990–2019. Additionally, this study aims to discover the long-run impact of energy consumption, globalization, and population density on environmental degradation by employing a panel cointegration approach, fully modified ordinary least squares (FMOLS), and dynamic ordinary least squares (DOLS). The findings provide clear evidence of the existence of EKC and PHH in Asian countries for the period 1990–2019 in the long run. The findings reveal that economic growth has a highly significant and positive role in depleting environmental quality, but this effect gets reversed in the long run as, after a certain turning point, economic growth increases, and the quality of the environment gets better. Moreover, FDI inflows and energy consumption have a positive long-run impact on CO₂ emissions, thus contributing to environmental degradation. The study recommends that governments and policymakers should strategically devise and implement CO₂ reduction policies, such as carbon pricing, to encourage economic growth and to improve the quality of the environment, with the ultimate goal being to achieve sustainable development. Moreover, the use of cleaner energy should be promoted, and innovations and technological developments should be encouraged for hydropower, wind power, solar energy and other facilities around the world.

Keywords: environmental Kuznets curve, pollution haven hypothesis, environmental degradation, panel cointegration approach, fully modified ordinary least squares (FOLS), dynamic ordinary least squares (DOLS)

For citation: Khan H.H., Rahmat S.R. Investigating the Dynamic Impact of FDI Inflows and Economic Growth on Environmental Degradation: Evidence From FMOLS and DOLS for Selected Asian Countries. *International Organisations Research Journal*, 2021, vol. 16, no 3, pp. 183–202 (in English). DOI: <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2021-03-08>

References

- Acharyya J. (2009). FDI, Growth and the Environment: Evidence From India on CO₂ Emission During the Last Two Decades. *Journal of Economic Development*, vol. 34, no 1, pp. 43–58. Available at: <http://www.jed.or.kr/full-text/34-1/3.pdf> (accessed 3 August 2021).
- AhAtil A., Bouheni F.B., Lahiani A., Shahbaz M. (2019). Factors Influencing CO₂ Emission in China: A Nonlinear Autoregressive Distributed Lags Investigation. MPRA Paper No 91191, Munich Personal RePEc Archive. Available at: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/91190/> (accessed 14 January 2021).

¹ This article was submitted 31.01.2021.

- Ahmed K., Long W. (2012). Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An Empirical Analysis. *Procedia Economics and Finance*, vol. 1, pp. 4–13. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00003-2).
- Al-Mulali U., Saboori B., Ozturk I. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*, vol. 76, pp. 123–31. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>.
- Aslanidis N., Iranzo S. (2009). Environment and Development: Is There a Kuznets Curve for CO₂ Emissions? *Applied Economics*, vol. 41, no 6, pp. 803–10. <https://doi.org/10.1080/00036840601018994>.
- Baek J. (2016). A new look at the FDI – income – energy – environment nexus: Dynamic panel data analysis of ASEAN. *Energy Policy*, 91, pp. 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.045>
- Baek J., Kim H.S. (2013). Is Economic Growth Good or Bad for the Environment? Empirical Evidence From Korea. *Energy Economics*, vol. 36, pp. 744–749. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.020>.
- Boden T.A., Marland G., Andres R.J. (2017). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Oak Ridge, TN. https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017 (accessed 3 August 2021).
- Bokpin G.A. (2017). Foreign Direct Investment and Environmental Sustainability in Africa: The Role of Institutions and Governance. *Research in International Business and Finance*, vol. 39, pp. 239–47. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.07.038>.
- Boyce J.K. (2018). Carbon Pricing: Effectiveness and Equity. *Ecological Economics*, vol. 150, pp. 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.030>.
- Breitung J. (2001). The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data. *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels* (B.H. Baltagi, T.B. Fomby, R. Carter Hill (eds)). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15006-6](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15006-6).
- Busse M., Groizard J.L. (2006). FDI, Regulations and Growth. HWWA Discussion Paper No 342, Hamburg Institute of International Economics. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.895243>.
- Chiu Y.-B. (2017). Carbon Dioxide, Income and Energy: Evidence From a Non-Linear Model. *Energy Economics*, vol. 61, pp. 279–88. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.11.022>.
- Choi I. (2001). Unit Root Tests for Panel Data. *Journal of International Money and Finance*, vol. 20, no 2, pp. 249–72. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6).
- Chowdhury R.R., Moran E.F. (2012). Turning the Curve: A Critical Review of Kuznets Approaches. *Applied Geography*, vol. 32, no 1, pp. 3–11. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2010.07.004>.
- Cole M.A., Elliott R.J.R., Wu S. (2008). Industrial Activity and the Environment in China: An Industry-Level Analysis. *China Economic Review*, vol. 19, no 3, pp. 393–408. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2007.10.003>.
- Copeland B.R., Taylor M.S. (1994). North-South Trade and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, no 3, pp. 755–787. <https://doi.org/10.2307/2118421>.
- Dinda S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, vol. 49, no 4, pp. 431–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>.
- Eskeland G.S., Harrison A.E. (2003). Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis. *Journal of Development Economics*, vol. 70, no 1, pp. 1–23. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(02\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(02)00084-6).
- Grossman G.M., Krueger A.B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER Working Paper No 3914, National Bureau of Economic Research. Available at: <http://www.nber.org/papers/w3914> (accessed 3 August 2021).
- Gygli S., Haelg F., Potrafke N., Sturm J.-E. (2019). The KOF Globalisation Index – Revisited. *The Review of International Organizations*, vol. 14, no 3, pp. 543–74. <https://doi.org/10.1007/s11558-019-09344-2>.
- Hamit-Hagggar M. (2012). Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis From Canadian Industrial Sector Perspective. *Energy Economics*, vol. 34, no 1, pp. 358–64. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.005>.
- Im K.S., Pesaran M.H., Shin Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, vol. 115, no 1, pp. 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/> (accessed 3 August 2021).
- Jalil A., Feridun M. (2011). The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis. *Energy Economics*, vol. 33, no 2, pp. 284–91. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>.
- Kaika D., Zervas E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory—Part A: Concept, Causes and the CO₂ Emissions Case. *Energy Policy*, vol. 62, pp. 1392–402. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>.
- Kang Y.-Q., Zhao T., Yang Y.-Y. (2016). Environmental Kuznets Curve for CO₂ Emissions in China: A Spatial Panel Data Approach. *Ecological Indicators*, vol. 63, pp. 231–9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.011>.
- Kao C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*, vol. 90, no 1, pp. 1–44. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2).
- Kao C., Chen B. (1995). On the Estimation and Inference for Cointegration in Panel Data When the Cross Section and Time Series Dimensions Are Comparable. Manuscript. New York: Centre for Policy Research, Syracuse University.
- Kao C., Chiang M.-H. (2001). On the Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data. *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels* (B.H. Baltagi, T.B. Fomby, R. Carter Hill (eds)). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15007-8](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15007-8).
- Khan M.W.A., Panigrahi S.K., Almuniri K.S.N., Soomro M.I., Mirjat N.H., Alqaydi E.S. (2019). Investigating the Dynamic Impact of CO₂ Emissions and Economic Growth on Renewable Energy Production: Evidence From FMOLS and DOLS Tests. *Processes*, vol. 7, no 8, p. 496. <https://doi.org/10.3390/pr7080496>.
- Lan J., Kakinaka M., Huang X. (2011). Foreign Direct Investment, Human Capital and Environmental Pollution in China. *Environmental and Resource Economics*, vol. 51, no 2, pp. 255–75. <https://doi.org/10.1007/s10640-011-9498-2>.
- Lau L.-S., Choong C.-K., Eng Y.-K. (2014). Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter? *Energy Policy*, vol. 68, pp. 490–97. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>.
- Leitão N.C. (2013). The Environmental Kuznets Curve and Globalization: The Empirical Evidence for Portugal, Spain, Greece and Ireland. *Energy Economics Letters*, vol. 1, no 1, pp. 15–23. Available at: [http://www.aessweb.com/pdf-files/eel%201\(1\)%2015-23.pdf](http://www.aessweb.com/pdf-files/eel%201(1)%2015-23.pdf) (accessed 3 August 2021).
- Levin A., Lin C.-F., Chu C.-S. J. (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties. *Journal of Econometrics*, vol. 108, no 1, pp. 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7).
- Li T., Wang Y., Zhao D. (2016). Environmental Kuznets Curve in China: New Evidence From Dynamic Panel Analysis. *Energy Policy*, vol. 91, pp. 138–47. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.002>.
- Liang F.H. (2008). Does Foreign Direct Investment Harm the Host Country's Environment? Evidence from China. *International Finance eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1479864>.
- Liu M., Ren X., Cheng C., Wang Z. (2020). The Role of Globalization in CO₂ Emissions: A Semi-Parametric Panel Data Analysis for G7. *Science of the Total Environment*, vol. 718, p.137379. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137379>.
- Maddala G.S., Wu S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests With Panel Data and a New Simple Test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 61, no s1, pp. 631–52. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610S1631>.
- McCoskey S., Kao C. (1998). A Residual-Based Test of the Null of Cointegration in Panel Data. *Econometric Reviews*, vol. 17, no 1, pp. 57–84. <https://doi.org/10.1080/07474939808800403>.
- Mongelli I., Tassielli G., Notarnicola B. (2006). Global Warming Agreements, International Trade and Energy/Carbon Embodiments: An Input–Output Approach to the Italian Case. *Energy Policy*, vol. 34, no 1, pp. 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.06.004>.
- Narayan P.K., Narayan S. (2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence From Developing Countries. *Energy Policy*, vol. 38, no 1, pp. 661–6. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.005>.

- Nasir M., Ur Rehman F. (2011). Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Pakistan: An Empirical Investigation. *Energy Policy*, vol. 39, no 3, pp. 1857–64. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.025>.
- Neequaye N.A., Oladi R. (2015). Environment, Growth, and FDI Revisited. *International Review of Economics & Finance*, vol. 39, pp. 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2015.06.002>.
- Nguyen T.C.V., Le Q.H. (2020). Impact of Globalization on CO₂ Emissions in Vietnam: An Autoregressive Distributed Lag Approach. *Decision Science Letters*, vol. 9, no 2, pp. 257–70. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2019.10.001>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2017). Foreign Direct Investment Performance and Kazakhstan's Economic Development. OECD Investment Policy Reviews: Kazakhstan 2017. <https://doi.org/10.1787/9789264269606-en>.
- Othman A.N., Masih M. (2015). Do Profit and Loss Sharing (Pls) Deposits Also Affect Pls Financing? Evidence From Malaysia Based on Dols, Fmols and System Gmm Techniques. MPRA Paper No 65224, Munich Personal RePEc Archive. Available at: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/65224/1/MPRA_paper_65224.pdf (accessed 29 January 2021).
- Pao H.-T., Tsai C.-M. (2011). Modeling and Forecasting the CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in Brazil. *Energy*, vol. 36, no 5, pp. 2450–8. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.032>.
- Pedroni P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels With Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 61, no s1, pp. 653–70. Available at: <https://web.williams.edu/Economics/wp/pedroncriticalvalues.pdf> (accessed 3 August 2021).
- Pedroni P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests With an Application to the PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, vol. 20, no 3, pp. 597–625. <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073>.
- Saboori B., Sulaiman J., Mohd S. (2012). Economic Growth and CO₂ Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, vol. 51, pp. 184–91. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.065>.
- Saleem H., Jiandong W., Zaman K., Elsherbini Elashkar E., Mohamd Shoukry A. (2018). The Impact of Air-Railways Transportation, Energy Demand, Bilateral Aid Flows, and Population Density on Environmental Degradation: Evidence From a Panel of Next-11 Countries. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 62, pp. 152–68. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.016>.
- Sapkota P., Bastola U. (2017). Foreign Direct Investment, Income, and Environmental Pollution in Developing Countries: Panel Data Analysis of Latin America. *Energy Economics*, vol. 64, pp. 206–12. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.001>.
- Selden T.M., Song D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 27, no 2, pp. 147–62. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>.
- Shahbaz M., Hye Q.M.A., Tiwari A.K., Leitão N.C. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO₂ Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 25, pp. 109–21. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.009>.
- Shahbaz M., Mahalik M.K., Shahzad S.J.H., Hammoudeh S. (2019). Testing the Globalization-Driven Carbon Emissions Hypothesis: International Evidence. *International Economics*, vol. 158, pp. 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2019.02.002>.
- Stern D.I. (2014). The Environmental Kuznets Curve: A Primer, CCEP Working Paper No 1404, Centre for Climate Economic & Policy, Crawford School of Public Policy, Australian National University. Available at: https://ccep.crawford.anu.edu.au/sites/default/files/publication/ccep_crawford_anu_edu_au/2014-06/ccep1404.pdf (accessed 3 August 2021).
- Stern D.I., Common M.S. (2001). Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur? *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 41, no 2, pp. 162–78. <https://doi.org/10.1006/jeem.2000.1132>.
- Taguchi H. (2013). The Environmental Kuznets Curve in Asia: The Case of Sulphur and Carbon Emissions. *Asia-Pacific Development Journal*, vol. 19, no 2, pp. 77–92. <https://doi.org/10.18356/9EB232AA-EN>.
- Westerlund J. (2007). Testing for Error Correction in Panel Data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 69, no 6, pp. 709–48. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>.