

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

DOI: 10.24412/2618-9453-2021-3-52-70

Тю Тхи Май Фыонг, Ты Тхюи Ань, Динь Тхи Тхань Бинь ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА ВО ВЬЕТНАМЕ: РОЛЬ ИННОВАЦИЙ*

Аннотация. Целью исследования является эмпирическое изучение взаимосвязи инноваций, потребления энергоресурсов, открытости торговли, урбанизации, экономического роста и выбросов углекислого газа во Вьетнаме в период 1986–2020 гг. В статье дана оценка ранее не изученного воздействия технологических инноваций на выбросы углекислого газа во Вьетнаме. Сделано несколько важных выводов. *Во-первых*, выявлена отрицательная связь между технологическими инновациями и выбросами углекислого газа во Вьетнаме. *Во-вторых*, приведены доказательства гипотезы о «загрязнённой гавани», подтверждающие, что открытость торговли привела к ухудшению состояния окружающей среды во Вьетнаме. *В-третьих*, пересмотрена гипотеза, основанная на экологической кривой Кузнецца, и доказано, что по мере экономического роста во Вьетнаме качество окружающей среды начинает улучшаться. *В-четвертых*, признано, что деградацию окружающей среды усиливает потребление энергоресурсов, в то время как урбанизацию, похоже, не стоит в этом винить. При разработке политики по снижению деградации окружающей среды во Вьетнаме, помимо увеличения государственных инвестиций в инновации, автор предлагает учитывать уровень открытости торговли и потребления энергоресурсов в стране, а не урбанизацию и экономический рост.

Ключевые слова: выбросы углекислого газа, инновации, торговая открытость, урбанизация, экономический рост

Для цитирования: Тю Тхи Май Фыонг, Ты Тхюи Ань, Динь Тхи Тхань Бинь. Факторы деградации окружающей среды и экономического роста во Вьетнаме: роль инноваций // Вьетнамские исследования. Сер. 2. 2021. № 3. С. 52–70.

Введение

В последние годы влияние экономической деятельности на выбросы углекислого газа вызывает растущую озабоченность. На международном уровне эта озабоченность проявилась в проведении экологических конференций в Стокгольме в 1979 г., Рио-де-Жанейро в 1992 г., Йоханнесбурге в 2002 г., Копенгагене в 2009 г. и Дурбане в декабре 2011 г. Многие страны, включая Вьетнам, сталкиваются с серьёзной проблемой, которая вызвана многовекторными связями между экономическими, социальными и экологическими аспектами развития. Вьетнам вместе с такими организациями, как Организация Объединённых Наций и

* Это исследование было поддержано грантом Министерства образования и подготовки кадров СРВ в рамках проекта B2020_NTH-01 «Влияние технологий и инноваций на занятость на предприятиях обрабатывающей промышленности Вьетнама».

Всемирный экономический форум, предпринял некоторые попытки уменьшить негативное воздействие на экономику глобального потепления и изменения климата. В целях сокращения выбросов парниковых газов в 1997 г. был принят Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Он предусматривал ограничение выбросов парниковых газов с 2008 по 2012 г. на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 г. Вьетнам подpisaал Киотский протокол, однако экологические проблемы, учитывая его экономический рост, всё ещё существуют. За последние два десятилетия страна стала самым быстрорастущим источником выбросов парниковых газов на душу населения в мире с их ежегодным увеличением примерно на 5% [World Bank 2021].

Во Вьетнаме, как и во всем мире, среди важных движущих сил роста выброса парниковых газов доминирует энергетический сектор. По данным Института мировых ресурсов (2020), на сегодняшний день при потреблении энергоресурсов производятся чудовищные 73 % этих газов [World Resources Institute 2020]. С другой стороны, в течение последних нескольких десятилетий в социально-экономическом развитии Вьетнама энергия играла важную роль не только как топливо, необходимое для роста экономики, но и как основной источник экспортных доходов страны, ВВП, а также доходов государственного бюджета. Несмотря на значительный вклад в экономику Вьетнама, энергетика с её ускоренной эксплуатацией природных ресурсов создаёт серьёзные риски для их дальнейшего сохранения и, соответственно, устойчивого экономического развития и в определённой степени препятствует инновациям и инвестициям, направленным на создание новых возможностей взамен зависимости от полезных ископаемых.

Помимо потребления энергоресурсов, на выбросы углекислого газа влияют и другие движущие сила экономического роста – урбанизация, открытость торговли и инновации. В настоящее время Вьетнам переживает один из самых быстрых в мире этапов развития урбанизации. Быстрый рост городов серьёзно повлиял на качество окружающей среды и нанёс вред здоровью населения. Что касается открытости торговли, то её либерализация привела к более высокому уровню инвестиций, но при этом большая часть ПИИ по-прежнему сосредоточена в сфере деятельности, связанной с интенсивным загрязнением окружающей среды.

В эпоху цифровых технологий технологические инновации стимулируют рост энергоэффективности и производительности, поэтому они считаются решением экологических проблем [Balsalobre et al. 2018; Samargandi 2017]. Следовательно, технологические инновации, несомненно, играют важную роль в сокращении выбросов углекислого газа. Однако эмпирическая связь между инновациями и выбросами CO₂ оказалась не везде одинаковой. Этот эффект отличается в разных странах и регионах в зависимости от местных особенностей, политики, инфраструктуры и характера самих инноваций.

Таким образом, целью исследования является эмпирическое изучение взаимосвязи между инновациями, потреблением энергоресурсов, открытостью торговли, урбанизацией, экономическим ростом и выбросами углекислого газа во Вьетнаме в период 1986–2020 гг., а также формулирование практических выводов для Вьетнама в отношении зелёного развития.

Обзор литературы и отчёт об исследовании

Связь между потреблением энергоресурсов, инновациями, экономическим ростом и выбросами углекислого газа ранее изучалась в экономических работах Али и соавторов [Ali et al. 2017, 2018a], Кумара и Манаги [Kumar, Managi 2009], Хелпмана [Helpman 1998], Шабаза и

соавторов [Shabaz et al. 2012], Озтурка и Алумами [Ozturk, Alumami 2011]. По каждому из определяющих факторов в литературе получены определённые эмпирические результаты. Исследования [Shabaz et al. 2012; Ali et al. 2018] показали, что потребление энергоресурсов положительно влияет на выбросы углекислого газа, поскольку высокотемпературная обработка в процессе производства и потребления энергии вызывает выброс большого количества двуокиси углерода. Что касается воздействия инноваций, результаты довольно неоднозначны. Фан и соавторы [Fan et al. 2006] отметили, что технологические инновации и CO₂ связаны, но в разных странах эта связь имеет свои особенности. Кумар и Манаги [Kumar and Managi 2009] показали, что технологические инновации сокращают выбросы углекислого газа в развитых странах, но увеличивают его выбросы в развивающихся странах.

Что же касается гипотезы о «загрязнённой гавани», то ожидаемое влияние открытости торговли на выбросы CO₂ в экономической литературе имеет неоднозначную оценку. В то время как Насир и Рехман [Nasir and Rehman 2001], а также Халиджиоглу [Halicioglu 2009] поддерживают гипотезу о «загрязнённой гавани», то есть считают, что между открытостью торговли и выбросами CO₂ существует положительная взаимосвязь, Хелпман [Helpman 1998], Шабаз и соавторы [Shabaz et al. 2012] предполагают обратное. Влияние урбанизации на выбросы CO₂ также оценивается неоднозначно. Например, Ван и соавторы [Wang et al. 2016], а также Дуган и Туркекул [Dugan, Turkekul 2016] считают, что существует активное влияние, а Йорк и соавторы [York et al. 2003], Сю и Чжан [Xu, Zhang 2016], а также Али и соавторы [Ali et al. 2017] придерживаются мнения, что взаимосвязь отрицательная.

Кроме того, влияние экономического роста на выбросы CO₂ свидетельствует о реальности экологической кривой Кузнецца. Выбросы углекислого газа увеличиваются по мере развития экономики в ранний период её подъёма из-за экстенсивного роста тяжёлой промышленности. Однако по мере повышения национального дохода производство предприятий тяжёлой промышленности постепенно сокращается благодаря технологическим достижениям и переходу на сервисное обслуживание, что ведёт к обратной зависимости между развитием и качеством окружающей среды. Поэтому, согласно Халиджиоглу [Halicioglu 2009], Пао и Цай [Pao, Tsai 2011], а также Озтурку и Алумами [Ozturk, Alumami 2011], ожидается, что в долгосрочной перспективе это воздействие будет отрицательным.

Что касается исследований по Вьетнаму, Танг и соавторы [Tang et al. 2016], Нгуен и Ле [Nguyen, Le 2018] рассмотрели взаимосвязь между экономическим ростом и выбросами углекислого газа, а Линь и Лин [Linh, Lin 2014] изучали взаимосвязь между потреблением энергоресурсов, экономическим ростом и прямыми иностранными инвестициями. Ты [Tu 2021] добавила ещё одну характеристику, отметив, что корпоративная экологическая ответственность имеет отличия у компаний разных секторов (например, в секторе ПИИ, государственном и негосударственном), в то время как Као [Cao 2017] показал неоднозначное влияние открытости на окружающую среду. Ле [Le 2021] исследовал выбросы углекислого газа в ходе землепользования, изменений в лесном хозяйстве на материковой части Вьетнама. Эвитабиль [Avitabile et al. 2016] проанализировал выбросы углекислого газа, возникшие в результате изменения почв в Центральном Вьетнаме.

Несмотря на проведённые обширные исследования, в которых изучались определяющие факторы выбросов CO₂, и их практическую значимость, ныне по многим причинам существует большая необходимость в дальнейшем изучении различных аспектов, особенно во Вьетнаме. Во-первых, все ещё не проводились исследования влияния инноваций на выбросы углекислого газа в СРВ. Во-вторых, эмпирические исследования дали

неоднозначные результаты, затрудняющие разработку политики. В связи с этим важно всесторонне проанализировать факторы, влияющие на выбросы углекислого газа во Вьетнаме, включая технологические инновации. Настоящая статья восполняет этот важный пробел в литературе.

Настоящее исследование вносит вклад в изучение данной тематики по нескольким направлениям. *Во-первых*, в нём определены факторы, влияющие на выбросы CO₂, путём изучения роли технологических инноваций, чему в прошлых исследованиях уделялось мало внимания. *Во-вторых*, дан анализ гипотезы о «загрязнённой гавани» применительно к Вьетнаму через оценку воздействия открытости торговли. *В-третьих*, пересмотрена гипотеза экологической кривой Кузнецца с учётом применения инноваций во Вьетнаме: находится ли он по-прежнему в «плохом» сегменте кривой или начинает переходить в «хороший» сегмент. *В-четвёртых*, изучено влияние потребления энергоресурсов и урбанизации на выбросы углекислого газа во Вьетнаме.

Методология

Модель и данные

В статье для изучения факторов деградации окружающей среды используется модель STIRPAT:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln ENC_t + \alpha_3 \ln INNOV_t + \alpha_4 \ln TRO_t + \alpha_5 \ln UBN_t + \alpha_6 \ln GDP_t + e_t,$$
 где CO₂ означает выбросы диоксида углекислого газа, измеряемые в тоннах на душу населения; ENC означает потребление энергоресурсов на душу населения в килограммах нефтяного эквивалента; INNOV означает инновации, выраженные расходами на НИОКР в процентах от ВВП; TRO представляет собой открытость торговли – сумму экспорта и импорта товаров и услуг, выраженную как доля ВВП; UBN – годовой прирост городского населения, показатель урбанизации, относящийся к проживающим в городских районах людям и измеренный в процентах; GDP – реальный ВВП на душу населения (долл. США в ценах 2010 г.).

В исследовании используются годовые временные ряды данных за период с 1986 по 2020 г. Данные по ВВП на душу населения, выбросах CO₂, энергопотреблении, инновациях и урбанизации были взяты из сборника World Development Indicators Всемирного банка (data.worldbank.org), данные по открытости торговли получены из материалов Конференции Организации Объединённых Наций по торговле и развитию (unctadstat.unctad.org). Чтобы запустить модель, все переменные преобразуются в натуральные логарифмы.

В этом исследовании для оценки долгосрочного и краткосрочного воздействия технологических инноваций, экономического развития, роста городского населения, потребления энергии и открытости торговли на выбросы углекислого газа используется авторегрессионная модель с распределённым лагом (ARDL). Метод ARDL имеет много преимуществ по сравнению с другими методами коинтеграции. *Во-первых*, его главное преимущество перед традиционными методами коинтеграции состоит в том, что ARDL подходит, даже если порядок интеграции переменных представляет собой сочетание I(0) и I(1). *Во-вторых*, в случае небольшого размера выборки использование ARDL статистически более значимо для тестирования коинтеграции, чем метод коинтеграции Йохансена, который требует большого размера выборки для достижения надёжности. *В-третьих*, в отличие от традиционных методов поиска долгосрочных взаимосвязей при использовании метода ARDL оценивается не система уравнений, а только одно уравнение. *В-четвёртых*, используя ARDL, можно эффективно скорректировать эндогенную проблему независимых переменных.

Наконец, можно одновременно оценивать краткосрочную динамическую взаимосвязь между переменными и долгосрочную взаимосвязь в модели коинтеграции.

Эмпирические результаты
Критерий единичных корней

Использование модели ARDL не требует, чтобы все переменные были стационарными переменными одного порядка, однако прежде чем применять тест пределов ARDL, необходимо подтвердить, что ни одна из переменных не является стационарной переменной второго порядка. Поэтому используется расширенный метод Дики – Фуллера с результатами, приведёнными в табл. 1. Результат теста подтвердил, что $\ln CO_2$, $\ln ENC$, $\ln INNOV$, $\ln TRO$, $\ln GDP$ являются стационарными переменными $I(1)$, а $\ln URN$ является стационарной переменной $I(0)$ и $I(1)$. Согласно Песарану и Шину [2001], если переменные находятся не на одном уровне взаимодействия $I(1)$ или $I(0)$, то применение процедуры ARDL является наиболее приемлемым.

Таблица 1. Сводка по критерию единичных корней

| Переменные | Расширенный критерий Дики – Фуллера | |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| | $I(0)$ | $I(1)$ |
| $\ln CO_2$ | 0,161 | -3,797 |
| $\ln ENC$ | -0,062 | -5,147 |
| $\ln INNOV$ | -2,57 | -8,208 |
| $\ln TRO$ | -2,15 | -5,517 |
| $\ln URN$ | -3,56 | -3,96 |
| $\ln GDP$ | -0,704 | -4,319 |
| Критические показатели теста | | |
| уровень 1% | | -3,65 |
| уровень 5% | | -2,957 |
| уровень 10% | | -2,617 |

Источник: расчёты авторов

Границное тестирование (The Bound test)

Поскольку количество наблюдений в этом исследовании невелико, то используются критерии выбора лага AIC. Найдены оптимальные значения лагов для переменных выбросов CO_2 , потребления энергоресурсов, инноваций, открытости торговли, урбанизации и экономического роста (1,0,1,0,0,1). Таким образом, выбранная модель – ARDL (1,0,1,0,0,1). Результаты теста границ, полученные после выбора соответствующего лага, приведены в табл. 2. Поскольку F-критерий предела значим при 1 %, нулевая гипотеза об отсутствии коинтеграции отклоняется, что указывает на наличие долгосрочной коинтеграции между выбросами CO_2 , потреблением энергоресурсов, инновациями, открытостью торговли, урбанизацией и экономическим ростом.

Таблица 2. Результаты граничного теста ARDL

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Модель: $\ln CO_2 = f(\ln ENC, \ln INNOV, \ln TRO, \ln URN, \ln GDP)$ | |
| F-статистика теста пределов | 4,245* |
| Значимость | 1 % |

| | |
|---------------------|------|
| Нижний предел I(0) | 2,26 |
| Верхний предел I(1) | 3,35 |

Примечание: * указывает на уровень значимости при 1%. *Источник:* расчёты авторов

Результаты оценки по ARDL

Результат оценки долгосрочного и краткосрочного равновесного соотношения между переменными, к которым применяется ARDL (1,0,1,0,0,1), представлен в таблице 3.

Таблица 3. Долгосрочная и краткосрочная оценки

| Долгосрочная (панель А) | | Краткосрочная (панель В) | |
|-------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Зависимая переменная: $\ln CO_2$ | | | |
| LnECN | 1,058*** (0,135) | $\Delta \ln ENC$ | 1,0896*** (0,027) |
| LnINNOV | -0,211** (0,102) | $\Delta \ln INNOV$ | -0,0157** (0,007) |
| LnTRO | 0,431** (0,204) | $\Delta \ln TRO$ | -0,0635** (0,026) |
| LnURN | -0,053** (0,022) | $\Delta \ln URN$ | 0,031 (0,151) |
| LnGDP | -0,673*** (0,141) | $\Delta \ln GDP$ | 0,0517 (0,823) |
| C | -6,112*** (1,901) | ECT(-1) | -0,701*** (0,131) |
| Диагностический тест | | | |
| | | F-статистика | Значение р |
| RESET-тест | | 0,629 | 0,428 |
| LM-тест Брайша – Годфри на автокорреляцию | | 0,862 | 0,353 |
| Тест Брайша – Пагана – Годфри на гетероскедастичность | | 0,016 | 0,899 |

Примечание: *** и ** означает статистическую значимость на уровне 1 % и 5 % соответственно. Цифры в скобках обозначают стандартную ошибку. ECT – корректирующий компонент. *Источник:* расчёты авторов

Стоит отметить, что коэффициент корректирующего компонента (ECT) отрицателен и значим на уровне 1%. Отрицательный коэффициент ECT указывает на жизнеспособность достижения долгосрочного равновесия. Коэффициент ECT показывает скорость возврата к долгосрочному равновесному пути. Основываясь на оценках, можно сказать, что, когда экономика отклоняется от своего равновесного пути, выбросы CO_2 могут вернуться к долгосрочному равновесию. Коэффициент ECT 0,701 показывает, что в течение года происходит 70,1 % корректировок.

Кроме того, для проверки общей подгонки модели мы использовали RESET-тест, LM-тест и тест Брайша – Пагана – Годфри. Незначительные результаты RESET-теста указывают на то, что общая подгонка модели приемлема. Для определения серийной корреляции в оцениваемой модели мы использовали LM-тест Брайша – Годфри. Незначительные

результаты LM-теста Брайша – Годфри подтвердили отсутствие серийной корреляции. Наконец, гетероскедастичность Брайша – Пагана – Годфри, равная нулю, не является гетероскедастичностью. В целом можно констатировать, что модель определена надлежащим образом и результаты могут быть использованы для выработки конкретных мер.

Выводы и их интерпретация

Результаты долгосрочной оценки (табл. 3, панель А) проливают свет на различные аспекты. Видно, что взаимосвязь между инновациями и выбросами CO₂ статистически значима на уровне 5 %. Отрицательный коэффициент указывает на то, что более высокий уровень инноваций приведёт к снижению выбросов. Этот вывод обнадёживает, поскольку Вьетнам подтверждает, что инновации являются новой и важной движущей силой экономического развития; кроме того, в последние годы быстро росло внимание к этому вопросу, а также инвестиции в инновации и технологии. Правительство даже определило девизом 2021 г. следующий лозунг: «Солидарность, дисциплина, инновации, вдохновение – для развития». Министерство планирования и инвестиций (МПИ) быстро разработало и запустило программу поддержки цифровой трансформации на период 2021–2025 гг. Цель состоит в том, чтобы к 2025 г. довести осведомлённость о цифровой трансформации до 100 % предприятий и оказать техническую поддержку для цифровой трансформации как минимум 100 тысячам предприятий. В этой статье приведены доказательства того, что во Вьетнаме при наличии более развитой инновационной экосистемы можно ожидать улучшения окружающей среды. Наш результат подтверждается теорией эндогенного роста, в которой отмечается, что технический прогресс улучшает возможности нации заменять загрязняющие окружающую среду ресурсы другими, экологически чистыми ресурсами. Наши результаты согласуются с исследованиями Фернандеса и его соавторов [Fernández et al. 2018].

Кроме того, влияние открытости торговли на выбросы CO₂ считается прямым и статистически значимым на уровне 5 %, и таким образом во Вьетнаме подтверждается реальность гипотезы о «загрязнённой гавани». По мере роста открытости Вьетнам испытал растущее давление в связи с ухудшением состояния окружающей среды и приложил много усилий для ослабления этого негативного эффекта открытости. Ожидается, что в стране нынешний проект закона об охране окружающей среды (с поправками) будет способствовать проверке и предотвращению реализации иностранных инвестиционных проектов с устаревшими технологиями, а также создаст здесь благоприятную правовую среду для присоединения к соглашениям о свободной торговле (ССТ) нового поколения, которые требуют принятия очень строгих экологических обязательств, как это сделано в Соглашении о свободной торговле между Вьетнамом и ЕС (EVFTA). Полученные нами результаты, подтвердив, что открытость до сих пор усиливает деградацию окружающей среды, предусматривают принятие правительством более решительных мер по этому вопросу.

Результаты также показывают, что потребление энергоресурсов и выбросы CO₂ находятся в прямой зависимости и их взаимосвязь является значимой на уровне 1 %, то есть рост потребления энергоресурсов приведёт к увеличению выбросов CO₂. Фактически за последние десять лет общее потребление электроэнергии во Вьетнаме утроилось, и процесс этот идёт быстрее, чем прирост генерирующих мощностей. В связи с растущей зависимостью от ископаемого топлива на долю энергетического сектора Вьетнама в настоящее время приходится почти две трети общих выбросов парниковых газов в стране [World Bank 2021]. Можно сказать, что основной причиной увеличения выбросов CO₂ во Вьетнаме является

потребление энергоресурсов. Наш вывод, по сути, указывает на острую необходимость ускорить переход в стране на чистую энергию.

Что касается урбанизации, то результаты исследования показывают её значительное отрицательное воздействие на выбросы углекислого газа, означающее, что развитие городов не является препятствием для улучшения качества окружающей среды. Воздействие урбанизации на окружающую среду не является одинаковым. Оно, скорее, очень сложное и идёт через множество разных, даже противоречащих друг другу каналов. Вероятная причина положительного эффекта урбанизации заключается в том, что урбанизация вытесняет загрязняющие отрасли из города, развивая торговлю и услуги, что может перекрывать все отрицательные эффекты. Результаты исследования авторов показывают изначальную эффективность проводимой политики. Вьетнам движется в правильном направлении; политика урбанизации должна быть направлена в сторону зелёных городов, чтобы воспользоваться этим положительным эффектом. Таким образом, урбанизацию не следует рассматривать как препятствие при формировании политики, направленной на снижение деградации окружающей среды.

Связь между экономическим ростом и выбросами CO₂ отрицательна и статистически значима при 1 %. Это показывает, что Вьетнам достиг поворотной точки на экологической кривой Кузнецца по уровню доходов. Страна одобрила Национальную стратегию зелёного роста (VGGS) на период 2011–2020 гг. и на перспективу до 2050 г. с упором на развитие с низким уровнем выбросов, сокращение выбросов парниковых газов, зелёное производство, зелёный образ жизни и устойчивое потребление. После почти десяти лет внедрения эта стратегия помогла повысить осведомлённость общественности о значении зелёного роста. Были повсеместно приняты меры по сокращению выбросов парниковых газов, в результате чего их уровень снизился на 12,9 % по сравнению со сценарием обычного развития. В частности, непогашенные кредиты на финансирование зелёного роста к 2018 г. составили почти 238 трлн вьетнамских донгов (10,36 млрд долл.), что на 235 % больше, чем в 2015 г. [New green growth strategy: 18.05.2021].

Статья предоставляет доказательства того, что развитие Вьетнама снижает деградацию окружающей среды, а это, в свою очередь, подтверждает успех текущей Национальной стратегии зелёного роста на период 2021–2030 гг., разрабатываемой МПИ с твёрдым намерением как можно скорее превратить Вьетнам в углеродно нейтральную экономику [MPI 2021].

Модель исправления ошибок с использованием подхода ARDL применена для измерения краткосрочной динамической взаимосвязи между выбросами CO₂, потреблением энергоресурсов, инновациями, открытостью торговли, урбанизацией и экономическим ростом. Результаты приведены в табл. 3, панель В. Что касается инноваций и энергопотребления, то краткосрочное и долгосрочное воздействие аналогичны. В отношении влияния урбанизации и экономического роста на выбросы CO₂ в краткосрочной перспективе модель не предлагает статистических доказательств такого взаимодействия. Что касается открытости торговли, то она оказывает негативное воздействие на выбросы CO₂, и в краткосрочной перспективе статистически значима на уровне 5 %, а в долгосрочной – предполагает положительное воздействие. Этот результат показывает, что Вьетнам прилагает усилия для уменьшения воздействия открытости торговли на выбросы CO₂ в краткосрочной перспективе; однако одной разработки и реализации политики недостаточно для сохранения данного эффекта в долгосрочной перспективе. Такой результат требует внесения изменений в

Закон об охране окружающей среды в направлении более эффективного управления международной интеграционной деятельностью в отношении защиты окружающей среды.

Список литературы

- Ali H.S., Abdul-Rahim A.S., Ribadu M.B.* Urbanization and Carbon Dioxide Emissions in Singapore: Evidence from the ARDL Approach // Environmental Science and Pollution Research International. 2017. No. 24(2). P. 1967–1974.
- Ali H.S., Law S.H., Chin L., Yusop Z. et al.* Financial Development and Carbon Dioxide Emissions in Nigeria: Evidence from the ARDL Bounds Approach // Geo Journal. 2018. P. 1–15.
- Avitabile V., Schultz M., Herold N., de Bruin S. et al.* Carbon Emissions from Land Cover Change in Central Vietnam // Carbon Management. 2016. No. 7:5-6. P. 333–346.
- Balsalobre-Lorente D., Shahbaz M., Roubaud, D., Farhani S.* How Economic Growth, Renewable Electricity and Natural Resources Contribute to CO₂ Emissions? // Energy Policy. 2018. No.113. P. 356–367.
- Cao T.H.V.* Applying Vector Error Correction Model to Analyze the Bi-directional Linkage between FDI and Pillars of Sustainable Development in Vietnam // Journal of International Economics and Management. 2017. No 96, July.
- Dugan E., Turkekul B.* CO₂ Emissions, Real Output, Energy Consumption, Trade, Urbanization and Financial Development: Testing the EKC Hypothesis for the USA // Environmental Science and Pollution Research. 2016. No. 23(2). P. 1203–1213.
- Fan Y., Liu L., Wu G., We Y.* Analyzing Impact Factors of CO₂ Emissions Using the STIRPAT Model // Environmental Impact Assessment Review. 2006. No. 26(4). P. 377–395.
- Fernández Y.F., López M.F., Blanco B.O.* Innovation for Sustainability: The Impact of R&D Spending on CO₂ Emissions // Journal of cleaner production. 2018. No.172. P. 3459–3467.
- Halicioglu F.* An Econometric Study of CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey // Energy Policy. 2009. No. 37(3). P. 1156–1164.
- Helpman E.* Explaining the Structure of Foreign Trade: Where Do We Stand // Review of World Economics. 1998. No. 134(4). P. 573–589.
- Kumar S., Managi S.* Energy Price-induced and Exogenous Technological Change: Assessing the Economic and Environmental Outcomes // Resource and Energy Economics. 2009. No.31(4). P. 334–353.
- Le Q.H., Takashi A., Vu T.P.T.* Carbon Emissions in the Field of Land Use, Land Use Change, and Forestry in the Vietnam Mainland. Wetlands Ecology and Management. 2021. No.29. P. 315–329.
- Linh D.H., Lin S.* CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth and FDI in Vietnam // Managing Global Transitions. 2014. No.12(3). P. 219–232.
- Ministry of Planning and Investment (MPI). The National Strategy on Green Growth for 2021–2030. URL: <http://www.mpi.gov.vn/Pages/tinbai.aspx?idTin=49916&idcm=188> (дата обращения: 05.05.2021).
- Nasir M., Rehman F.U.* Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Pakistan: An Empirical Investigation // Energy Policy. 2001. No. 39(3). P. 1857–1864.
- New Green Growth Strategy to Promote Carbon-Neutral Economy // Vietnamnet, 18.05.2021. URL: <https://vietnamnet.vn/en/sci-tech-environment/new-green-growth-strategy-to-promote-carbon-neutral-economy-737557.html>
- Ozturk I., Al-Mulali U.* Investigating the Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Cambodia // Ecological Indicators. No. 57, October 2015. P. 324–330.
- Pao H.T., Tsai C.M.* Multivariate Granger Causality between CO₂ Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries // Energy. 2011. No. 36(1) .P. 685–693.
- Pesaran M.H., Shin Y., Smith R.J.* Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships // Journal of applied econometrics. 2001. No.16(3). P. 289–326.
- Samargandi N.* Sector Value Addition, Technology and CO₂ Emissions in Saudi Arabia // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. No.78. P. 868–877.

Shahbaz M., Hye Q.M.A., Tiwari A.K., Leitao N.C. Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO₂ Emissions in Indonesia // Renewable and Sustainable Energy Reviews. September 2013. No.25. P. 109–121.

Shahbaz M., Khan S., Tahir M.I. The Dynamic Links Between Energy Consumption, Economic Growth, Financial Development and Trade in China: Fresh Evidence From Multivariate Framework Analysis // Energy Economics. November 2013. No.40. P. 8–21.

Shahbaz M., Lean H.H., Shabbir M.S. Environmental Kuznets Curve hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger causality // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. No.16(5) . P. 2947. P 2953.

Tang C.F., Tan B.W., Ozturk I. Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam // Renewable and Sustainable Energy Reviews. February 2016. No.54. P. 1506–1514.

Tu T.A., Chu T.M.P. A New Measurement and Its Determinants for Corporate Environmental Management: An Empirical Study in Vietnam // Journal of Asian Finance, Economics and Business. 2021(планируется).

Wang Y., Chen L., Kubota J. The Relationship between Urbanization, Energy Use and Carbon Emissions: Evidence from a Panel of Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries // Journal of Cleaner Production. 2016. No.112(2). P. 1368–1374.

Wang Y., Li L., Kubota J., Han R. Zhu X. Does Urbanization Lead to More Carbon Emission? Evidence from a Panel of Brics Countries // Applied Energy. 2016. No.168. P. 375–380.

World Bank. URL: <https://www.worldbank.org/vi/country/vietnam/overview> (дата обращения: 25.07.2021).

World Resources Institute, 2020. <https://www.wri.org/annualreport/2019-20> (дата обращения: 27.07.2021)

Xu H.; Zhang W. The Causal Relationship between Carbon Emissions and Land Urbanization Quality: A Panel Data Analysis for Chinese Provinces // Journal of Cleaner Production. 2016. No.137. P. 241–248.

York R., Rosa E.A., Dietz T. Foot Prints on the Earth: The Environmental Consequences of Modernity // American Sociological Review. 2003. No. 68(2). P. 279–300.

Авторы:

Тю Тхи Май Фыонг, к. э. н., преподаватель, факультет мировой экономики, Университет внешней торговли, Ханой. ORCID: 0000-0002-4434-8389. E-mail: maiphuongchu@ftu.edu.vn

Ты Тхюи Ань, к. э. н., доцент, главный редактор журнала «Мировая экономика и управление», зав. кафедрой прикладной экономики, факультет мировой экономики, Университет внешней торговли, Ханой. ORCID: 0000-0003-2949-9995. E-mail: thuyanh.tu@ftu.edu.vn

Динь Тхи Тхань Бинь, к. э. н., преподаватель, зав. кафедрой эконометрии, факультет мировой экономики, Университет внешней торговли, Ханой. ORCID: 0000-0002-0984-5902. E-mail: binhdtt@ftu.edu.vn

Продвижение статьи:

Дата поступления: 05.07.2021

Дата поступления в переработанном виде: 25.08.2021

Принята к печати: 10.09.2021

Chu Thi Mai Phuong, Tu Thuy Anh, Dinh Thi Thanh Binh

**FACTORS OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND ECONOMIC
GROWTH IN VIETNAM: THE ROLE OF INNOVATION***

Abstract: The purpose of the study is to empirically examine the interaction between innovation, energy consumption, trade openness, urbanization, economic growth and the emission of carbon dioxide in Vietnam during 1986-2020. The article contributes to the assessment of impact of technological innovation on carbon emission in Vietnam that has not yet been examined. Firstly, the article shows the negative interrelation between technological innovation and carbon emission in Vietnam. Secondly, this research evidences the existence of the pollution haven hypothesis having shown that trade openness has led to the environmental deterioration in Vietnam. Thirdly, the author revisits the environmental Kuznets curve hypothesis and provides evidence that economic growth in Vietnam starts to enhance the environmental quality. Fourthly, energy consumption increases the environmental deterioration while urbanization seems not to be blamed. Besides increasing government investment in innovation, policy makers should consider the country's level of trade openness and energy consumption instead of urbanization and economic growth when formulating policies to reduce environmental deterioration in Vietnam.

Keywords: carbon emission, innovation, trade openness, urbanization, growth

For citation: Chu Thi Mai Phuong, Tu Thuy Anh, Dinh Thi Thanh Binh (2021). Factors of Environmental Degradation and Economic Growth in Vietnam: The Role of Innovation. *Russian Journal of Vietnamese Studies*, 3: 52–70.

Introduction

Recently, the effects of economic activities on carbon emissions have aroused growing concern. This concern manifested itself worldwide through the organization of environmental conferences in Stockholm (1979), Rio de Janeiro (1992), Johannesburg (2002), Copenhagen (2009) and Durban (December 2011). Many countries including Vietnam are facing a major challenge, namely, the multi-directional links between economic, social and environmental aspects of development. Vietnam jointly with world organizations, such as the United Nations or the World Economic Forum, have made some attempts to reduce the adverse impacts of global warming and climate change on the economy. As an effort to mitigate greenhouse gas emissions, the Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change was introduced. The objective of the 1997 Kyoto protocol was to reduce greenhouse gases by 5.2% compared to the level in 1990 (for the period from 2008 to 2012). Though Vietnam signed the Kyoto protocol to curb emission levels, there still exist environmental concerns due to the country's recent economic growth. Over the past two decades, Vietnam has emerged as the fastest-growing greenhouse gas emitter (per capita) in the world – with an increase of about 5% annually [World Bank 2021].

Among important driving forces of economic growth, the energy sector dominates as a greenhouse gas emitter both in Vietnam and in the world. According to the World Resources Institute (2020), energy consumption is by far the biggest source of human-caused greenhouse gas emissions,

*This research was supported by a grant from the Ministry of Education and Training (Vietnam) under the project B2020_NTH-01 entitled “The impact of technology and innovation on employment in processing industry enterprises in Vietnam”.

responsible for a whopping 73% worldwide. On the other hand, in the process of socio-economic development of Vietnam over the last few decades, energy has played an important role not only as fuel for economic growth, but also as a principal contributor to the country's export earnings, GDP and government revenues in Vietnam. Despite a significant contribution to Vietnam's economy, energy with its accelerated exploitation of natural resources is posing serious risks to preservation and sustainable development of natural resources and is somewhat discouraging innovation and investment to build up new capacities instead of relying on natural endowments.

Besides energy consumption, carbon emissions are also generated by other driving forces of economic growth, namely, urbanization, trade openness and innovation. In terms of urbanization, Vietnam is undergoing one of the fastest urban transitions in the world. The rapid urban expansion has seriously affected the environment quality and created harm to public health. With regard to the trade openness, trade liberalization has led to a higher level of investment; however, foreign investment mostly concentrates in pollution-intensive activities, so far.

The digital era, with its technological innovation triggers energy efficiency and productivity, requires the response to the environmental challenge [Balsalobre et al. 2018; Samargandi 2017]. Hence, technological innovation plays an undoubtedly important role in mitigating carbon emission. However, the empirical nexus between innovation and CO₂ emissions is not monotonic. This effect can differ across countries and regions, due to the regional properties, policies, infrastructures and nature of innovation itself.

Therefore, the purpose of the study is to empirically examine the interaction between innovation, energy consumption, trade openness, urbanization, economic growth and the emission of carbon dioxide in Vietnam in 1986–2020, and to withdraw policy implications on Vietnam's way towards green development.

This article is organized as follows: Section 2 reviews the literature; Section 3 presents the research methods; Section 4 provides findings and discussions; Section 5 is the conclusion.

Literature review and research statement

The linkages between energy consumption, innovation, economic growth and carbon emissions have been examined in economic literature [Ali et al. 2017, 2018], Kumar and Managi [2009], Helpman [1998] and Shabaz et al. [2012], Ozturk and Alumami [2011]. For each of the determinants, some empirical results have been found in the literature: Shabaz et al. [2013] and Ali et al. [2018] showed that the impacts of energy consumption on carbon emission are positive since high-temperature treatment in the production process resulting from energy consumption causes the emission of large amounts of carbon dioxide. As far as the impacts of innovation are concerned, the results are rather mixed. Fan et al. (2006) have indicated that technological innovation and CO₂ are interconnected but they are different across the countries. Kumar and Managi [2009] showed that technological innovation mitigates carbon emission in developed countries, but it increases CO₂ emission in developing economies.

Meanwhile, regarding the pollution haven hypothesis, the expected impacts of trade openness on CO₂ emission is found mixed in economic literature. While Nasir and Rehman [2001] and Halicioglu [2009] support the pollution haven hypothesis i.e., a positive relationship between trade openness and carbon emissions, Helpman [1998] and Shabaz et al. [2012] suggest the opposite. Also, the impact of urbanization on CO₂ emission was found ambiguous in the past research. While Wang et al. [2016], Dugan and Turkekul [2016] suggested a positive impact, York et al. [2003], Xu and Zhang [2016] and Ali et al. [2017] supported the negative one.

Furthermore, the impact of economic growth on CO₂ emission provides evidence regarding the environmental Kuznets curve. The carbon emissions increase as the economy grows at the early period of development of a country due to the extensive industrial-heavy production. However, as the national income becomes higher, the industrial-heavy production is phased out in favor of a technological advances and service-centralized production leading to a negative relationship between growth and environmental quality. This effect is therefore expected to be negative in the long-term according to Halicioglu [2009], Pao and Tsai [2011] as well as Ozturk and Alumami [2011].

As for the studies on Vietnam, Tang et al. (2016) and Nguyen and Le [2018] investigated relationships between economic growth and carbon emissions while Linh and Lin [2014] examined the linkages between energy consumption, economic growth and foreign direct investment. Tu [2021] has added another dimension by indicating that corporate environmental responsibility differs across company types (e.g., FDI, state or nonstate) while Cao [2017] showed an ambiguous impact of openness on environment. Le [2021] has investigated carbon emissions in the field of land use, land use change, and forestry in Vietnam mainland. Avitabile [2016] analyzed carbon emissions from land cover change in Central Vietnam.

Despite the voluminous previous research that has explored the determinants of CO₂ emission with practical implications, further research from various aspects especially on Vietnam is of great need due to many reasons. Firstly, a research examining impacts of innovation on carbon emission in Vietnam is missing, so far. Secondly, empirical investigations have shown mixed results that hamper policy making process; hence, a comprehensive research of factors affecting carbon emission in Vietnam including technological innovation is important. This article fills in this gap.

Therefore, the present study contributes to the literature in several ways. Firstly, this study examines the effect of factors affecting CO₂ emission by exploring the role of technological innovation, which recently has attracted little attention. Secondly, with the existence of innovation, this research investigates the pollution haven hypothesis in Vietnam by estimating impacts of trade openness. Thirdly, this study revisits the environmental Kuznets curve hypothesis with the existence of innovation in Vietnam: whether Vietnam is still on the “bad” side of the curve or the country starts to move to its “good” side. Fourthly, this research examines impacts of energy consumption and urbanization on carbon emission in the existence of innovation in Vietnam.

Methodology

Model and data

This paper adopts the STIRPAT model to examine determinants of environmental deterioration as follows:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln ENC_t + \alpha_3 \ln INNOV_t + \alpha_4 \ln TRO_t + \alpha_5 \ln UBN_t + \alpha_6 \ln GDP_t + e_t,$$
 where CO₂ denotes the carbon dioxide emissions measured in metrics tons per capita; ENC indicates the energy consumption per capita measured in kilograms of oil equivalent per capita; INNOV represents the innovation proxied by the R&D spending as percentage of GDP; TRO represents the trade openness - the sum of exports and imports of goods and services measured as a share of GDP; UBN (unsatisfied basic needs) means the annual urban population growth, a proxy for urbanization referring to people living in urban areas measured in percentage; GDP is the real GDP per capita (constant 2010 US dollars).

The study employs annual time-series data covering the period between 1986 and 2020. The data for GDP per capita, CO₂ emissions, energy consumption, innovation and urbanization have been received from the World Development Indicators of the World Bank (data.worldbank.org), while the

source for trade openness data was the United Nations Conference on Trade and Development (unctadstat.unctad.org). All the variables have been transformed into their natural logarithms to run the model.

In order to estimate the long-run and short-run effects of technological innovation, economic growth, urban population growth, energy consumption and trade openness on carbon emissions, this research uses the autoregressive distributed lag model (ARDL). The ARDL method has many advantages over the other co-integration methods. Firstly, its main advantage over traditional co-integration techniques is that ARDL is appropriate even when the order of integration of the variables is a mix of I(0) and I(1). Secondly, in a case of small sample size, ARDL approach is statistically more significant to test co-integration than the Johansen's co-integration technique that requires large sample size to achieve reliability. Thirdly, in contrast to conventional methods for finding long-run relationships, the ARDL method does not estimate a system of equations. Instead, it only estimates a single equation. Fourthly, it can effectively correct the endogenous problem of explanatory variables. Last, it has the ability to estimate the short-term dynamic and long-term co-integration relationship between variables simultaneously.

Empirical results

Unit Root Test

The application of ARDL model does not require all the variables to be single ordered stationary, however it must be confirmed that none of the variable is a second order stationary before applying ARDL bound testing approach. Therefore, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) is used with results in Table 1. The test result confirms that $\ln\text{CO}_2$, $\ln\text{ENC}$, $\ln\text{INNOV}$, $\ln\text{TRO}$, $\ln\text{GDP}$ are stationary I(1) and $\ln\text{URN}$ is stationary at I(0) and I(1). According to Pesaran and Shin (2001), variables are not at the same level of association I(1) or I(0), then applying ARDL is the most relevant procedure.

Table 1. Summary of Unit Root Testing

| Variables | Augmented Dickey-Fuller | |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|
| | I(0) | I(1) |
| $\ln\text{CO}_2$ | 0.161 | -3.797 |
| $\ln\text{ENC}$ | -0.062 | -5.147 |
| $\ln\text{INNOV}$ | -2.57 | -8.208 |
| $\ln\text{TRO}$ | -2.15 | -5.517 |
| $\ln\text{URN}$ | -3.56 | -3.96 |
| $\ln\text{GDP}$ | -0.704 | -4.319 |
| Test critical values | | |
| <i>1% level</i> | -3.65 | |
| <i>5% level</i> | -2.957 | |
| <i>10% level</i> | -2.617 | |

Source: Authors' calculations

The Bound Test

As the number of observations in this research is small, it uses the AIC lag selection criteria. The optimum lag lengths of the variables CO₂ emissions, energy consumption, innovation, trade openness, urbanization and economic growth are found (1,0,1,0,0,1). Therefore, the selected model is ARDL (1,0,1,0,0,1). After having selected the relevant lag, the results from the Bound test are shown in Table 2. Since the Bond F test is significant at 1%, the null-hypothesis of no-co-integration is rejected

indicating that there is a long-run co-integration between CO₂ emissions, energy consumption, innovation, trade openness, urbanization and economic growth.

Table 2. Results of ARDL Bounding Test

| Model: LnCo ₂ = f(LnECN, LnINNOV, LnTRO, LnURN, LnGDP) | |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| Bond test F-statistic | 4.245* |
| Significance | 1% |
| Lower I(0) Bound | 2.26 |
| Upper I(1) Bound | 3.35 |

Note: * indicate the significance level at 1%. Source: Authors' calculations

ARDL estimation results

The result of the long and short run equilibrium relationship between the variables applying the ARDL (1,0,1,0,0,1) is summarized in Table 3.

Table 3. Long and short run estimations

| Long run (Panel A) | | Short run (Panel B) | |
|------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Dependent variable: LnCO₂ | | | |
| LnECN | 1.058*** (0.135) | ΔlnENC | 1.0896*** (0.027) |
| LnINNOV | -0.211** (0.102) | ΔlnINNOV | -0.0157** (0.007) |
| LnTRO | 0.431** (0.204) | ΔlnTRO | -0.0635** (0.026) |
| LnURN | -0.053** (0.022) | ΔlnURN | 0.031 (0.151) |
| LnGDP | -0.673*** (0.141) | ΔlnGDP | 0.0517 (0.823) |
| C | -6.112*** (1.901) | ECT(-1) | -0.701*** (0.131) |
| Diagnostic test | | | |
| | | F-statistic | p-value |
| RESET test | | 0.629 | 0.428 |
| Breusch-Godfrey Serial Correlation LM test | | 0.862 | 0.353 |
| Breusch -Pagan -Godfrey heterokedasticity test | | 0.016 | 0.899 |

Note: *** and ** denotes significant at 1% and 5% significance level, respectively. The standard errors in parentheses. ECT is error correction term. Source: Authors' calculations

It is noteworthy that coefficient of error correction term (ECT) is negative and significant at 1% level. A negative coefficient of error correction term (ECT) indicates the viability to achieve long-term equilibrium. The coefficient of ECT shows the rate of adjustment back to long-run equilibrium path. The estimations allow to conclude that when economy fluctuates from its equilibrium path, CO₂ emissions can return to a long-run equilibrium. The ECT coefficient 0.701 shows that 70.1% adjustments occur during a year.

Besides, to check the overall fitting of the model we use RESET test, LM test and Breusch-Pagan-Godfrey. The insignificant results of RESET test indicate that the overall fitting of the model is relevant. To determine the serial correlation in the estimated model, we employ Breusch-Godfrey LM test. The insignificant results of Breusch-Godfrey LM test have confirmed that there is no serial correlation. Finally, Breusch-Pagan-Godfrey heteroscedasticity null is no heteroscedasticity. Overall, it can be stated that model is appropriately specified and the results can be used for policy formulation.

Findings and discussion

Results of the long run estimation (Table 3-Panel A) shed lights on various aspects. It is seen that the relationship between innovation and CO₂ emission is significant at 5% level. The negative coefficient indicates that the higher the rate of innovation the lower CO₂ emissions are. This finding is encouraging since in Vietnam innovation is a new and important driving force of economic development, and the attention to and investment in innovation and technology have been rapidly increasing in current Vietnam. The Government has even set “Solidarity, discipline, innovation, inspiration for development” as the motto for 2021. The Ministry of Planning and Investment has actively developed and implemented the program to support digital transformation in 2021–2025. The goal suggests that by 2025, 100% of businesses should have their awareness of digital transformation increased and at least 100,000 businesses should receive technical support for digital transformation. This article provides evidence to expect the environment upgrading in Vietnam will result in a more developed innovation ecosystem. Our result is supported by the endogenous growth theory indicating that technological progress improves the capability of a nation to replace the polluting resources with other environmentally friendly resources. Our results are in line with the studies of Fernández et al. [2018].

Furthermore, the effect of trade openness on CO₂ emissions is found positive and significant at 5% level that confirms the existence of “pollution haven hypothesis” in Vietnam. Along with the process of opening up, Vietnam has been under a lot of pressure on environmental deterioration, and has put much effort on reducing this negative effect of openness. Virtually, the ongoing draft Law on Environmental Protection (amended) is expected to prevent and screen projects with outdated technology for foreign investment in Vietnam, and creates a favorable legal environment for Vietnam to join new- Free Trade Agreements (FTAs) generation that requires very strict environmental commitments such as the Vietnam–EU FTA (EVFTA). Our finding reaffirms that openness increases the environmental deterioration in Vietnam, suggests that the government should take more drastic action on this issue.

The result also shows that the relationship between energy consumption and CO₂ emission is positive and significant at 1% level that indicates that the higher the energy consumption the higher the CO₂ emissions result is. Virtually, total electricity consumption in Vietnam has tripled in the past ten years, faster than electricity production. With an increasing reliance on fossil fuels, the energy sector in Vietnam currently emits nearly two-thirds of the country's total greenhouse gas emissions [World Bank, 2021]. It can be stated that the main culprit behind increasing CO₂ emissions in Vietnam is energy consumption. Our finding really sets an urgent need to accelerate the transition to clean energy in Vietnam.

Turning to urbanization, the finding reveals a negative and significant impact of urbanization on carbon emissions in Vietnam, which means that urban development is not an obstacle to the improvement of environmental quality. The impact of urbanization on the environment is not monotonic, but very complex via many different, sometimes contradictory, channels. The likely reason is that the positive effect of urbanization that push the polluting industries away from the city, setting up the commercial and service sectors instead may dominate all the negative effects. Our finding shows the initial effectiveness of urbanization policy in Vietnam. Vietnam moves in the right direction; the urbanization policy should be forced towards green cities to take advantage of this positive effect. Hence, urbanization should not be considered an obstacle when initiating policies that will be used to reduce environmental deterioration in Vietnam.

The relationship between economic growth and CO₂ emissions is negative and significant at 1%. It shows that Vietnam has reached the environmental Kuznets curve turning point of income level. Virtually, Vietnam approved the National Green Growth Strategy (VGGGS) for the period 2011–2020 with a vision to 2050 with a focus on low-emission development, reduced GHG emission, green production, green lifestyle and sustainable consumption. After almost ten years of implementation, it helped raise public awareness about the significance of green growth. Measures to cut greenhouse gas emissions were carried out widely, resulting in such emissions falling 12.9 per cent compared to the normal development scenario. In particular, outstanding loans funding green growth stood at nearly VND238 trillion (USD10.36 billion) by 2018, or 235 per cent higher than in 2015 [New Green Growth Strategy: 18.05.2021].

This article shows evidence that Vietnam's growth reduces the environmental deterioration which can prove the success of the current VGGGS. The finding also supports a new national strategy on green growth for 2021-30 being drafted by the MPI with a stronger commitment to make Vietnam a carbon-neutral economy as soon as possible [MPI 2021].

The error correction model employing ARDL approach to measure the short-run dynamic relationship between CO₂ emissions, energy consumption, innovation, trade openness, urbanization and economic growth. The results are shown in Table 3-Panel B. With regards to innovation and energy consumption, the impacts in short run and long run reveal to be like. Turning to the effects of urbanization and economic growth on CO₂ emissions in the short-run, the model suggests no statistical evidence for this interaction. The only attention is paid on the impact of trade openness. Trade openness has negative impact on CO₂ emissions, and it is significant at 5% level in the short run, while it is positive and significant in the long run. This result shows that Vietnam puts efforts to reduce the impact of trade openness on CO₂ emissions in the short-run; however, the policy formulation and implementation is not good enough for that effect to persist in the long run. This result insists that policy makers should amend the Law on Environmental Protection, as far as better management of international integration activities related to environmental protection is concerned.

References

- Avitabile V., Schultz M., Herold N., de Bruin S. et al. (2016). Carbon Emissions from Land Cover Change in Central Vietnam. *Carbon Management*, 7 (5–6): 333–346.
- Ali H.S., Law S.H., Chin L., Yusop Z. et al. (2018). Financial Development and Carbon Dioxide Emissions in Nigeria: Evidence from the ARDL Bounds Approach. *Geo Journal*, p. 1–15.
- Ali H.S.; Abdul-Rahim A.S.; Ribadu M.B. (2017). Urbanization and Carbon Dioxide Emissions in Singapore: Evidence from the ARDL Approach. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(2): 1967–1974.
- Balsalobre-Lorente D., Shahbaz M., Roubaud, D., & Farhani, S. (2018). How Economic Growth, Renewable Electricity and Natural Resources Contribute to CO₂ Emissions? *Energy Policy*, 113: 356–367.
- Cao T.H.V. (2017). Applying Vector Error Correction Model to Analyze the Bi-Directional Linkage between FDI and Pillars of Sustainable Development in Vietnam. *Journal of International Economics and Management*, 96, July.
- Dugan E., Turkekul B. (2016). CO₂ Emissions, Real Output, Energy Consumption, Trade, Urbanization and Financial Development: Testing the EKC Hypothesis for the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2): 1203–1213.
- Fan Y., Liu L., Wu G., & Wei Y. (2006). Analyzing Impact Factors of CO₂ Emissions Using the STIRPAT Model. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(4): 377–395.
- Fernández Y. F., López M. F., & Blanco B. O. (2018). Innovation for Sustainability: the Impact of R&D Spending on CO₂ Emissions. *Journal of cleaner production*, 172: 3459–3467

- Halicioglu F. (2009). An Econometric Study of CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3): 1156–1164.
- Helpman E. (1998). Explaining the Structure of Foreign Trade: Where Do We Stand. *Review of World Economics*, 134(4): 573–589.
- Kumar S., Manag, S.(2009). Energy Price-Induced and Exogenous Technological Change: Assessing the Economic and Environmental Outcomes. *Resource and Energy Economics*, 31(4): 334–353.
- Le Q. H., Takashi A., Vu T. P. T. (2021). Carbon Emissions in the Field of Land Use, Land Use Change, and Forestry in the Vietnam Mainland. *Wetlands Ecology and Management*, 29: 315–329.
- Linh D.H., Lin S. (2014). CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth and FDI in Vietnam. *Managing Global Transitions*, 12 (3): 219–232.
- Ministry of Planning and Investment (MPI) (2021). The National Strategy on Green Growth for 2021–2030. Retrieved on 05.05.2021 from URL: <http://www.mpi.gov.vn/Pages/tinbai.aspx?idTin=49916&idcm=188>
- Nasir M., Rehman F.U. (2001). Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Pakistan: An Empirical Investigation. *Energy Policy*, 39(3): 1857–1864.
- New Green Growth Strategy to Promote Carbon-Neutral Economy (2021). Vietnamnet, May 18. URL: <https://vietnamnet.vn/en/sci-tech-environment/new-green-growth-strategy-to-promote-carbon-neutral-economy-737557.html>
- Ozturk I., Al-Mulali U. (2015). Investigating the Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Cambodia. *Ecological Indicators*, 57: 324–330.
- Pao H.T., Tsai C.M. (2011). Multivariate Granger Causality between CO₂ Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries. *Energy*, 36(1): 685–693.
- Pesaran M.H., Shin Y., & Smith R.J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3): 289–326.
- Shahbaz M., Hye Q.M. A., Tiwari A.K., & Leitao N.C. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO₂ Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25: 109–121.
- Shahbaz M., Khan S., & Tahir, M.I. (2013). The Dynamic Links between Energy Consumption, Economic Growth, Financial Development and Trade in China: Fresh Evidence from Multivariate Framework Analysis. *Energy Economics*, 40: 8–21.
- Shahbaz M., Lean H.H., and Shabbir M.S. (2012). Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5): 2947–2953.
- Samargandi N. (2017). Sector Value Addition, Technology and CO₂ Emissions in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78: 868–877.
- Tang C.F., Tan B.W., Ozturk I. (2016). Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54: 1506–1514.
- Tu T A. and Chu T. M.P. (2021 Forthcoming). A New Measurement and Its Determinants for Corporate Environmental Management: An Empirical Study in Vietnam. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*.
- Wang Y., Chen L., Kubota J. (2016). The Relationship Between Urbanization, Energy Use and Carbon Emissions: Evidence from a Panel of Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries. *Journal of Cleaner Production*, 112(2): 1368–1374.
- Wang Y., Li L., Kubota J., Han R. & Zhu X. (2016). Does Urbanization Lead to More Carbon Emission? Evidence from a Panel of Brics Countries. *Applied Energy*, 168: 375–380.
- World Bank 2021. Retrieved on 25.07.2021 from URL: <https://www.worldbank.org/vi/country/vietnam/overview>
- World Resources Institute 2020. Retrieved on 27.07.2021 from URL: <https://www.wri.org/annualreport/2019-20>

Xu H.; Zhang W. (2016). The Causal Relationship between Carbon Emissions and Land Urbanization Quality: A Panel Data Analysis for Chinese Provinces. *Journal of Cleaner Production*, 137: 241–248.

York R., Rosa E. A., & Dietz, T. (2003). Foot Prints on the Earth: The environmental Consequences of Modernity. *American Sociological Review*, 68(2): 279–300.

Authors:

Chu Thị Mai Phuong, Ph.D. (Economics), Lecturer, Faculty of International Economics, Foreign Trade University, Hanoi. ORCID: 0000-0002-4434-8389. E-mail: maiphuongchu@ftu.edu.vn

Tù Thúy Anh, Ph.D. (Economics), Assoc. Prof., Editor-in-Chief of Journal of International Economics and Management, Head of Department of Applied Economics, Faculty of International Economics, Foreign Trade University, Hanoi. ORCID: 0000-0003-2949-9995. E-mail: thuyanh.tu@ftu.edu.vn

Đinh Thị Thanh Bình, Ph.D. (Economics), Head of Department of Econometrics, Faculty of International Economics, Foreign Trade University, Hanoi. ORCID: 0000-0002-0984-5902. E-mail: binhdtt@ftu.edu.vn

Article history:

Received: July 5, 2021

Received in revised form: August 25, 2021

Accepted: September 10, 2021