УДК 06.61.33

<https://doi.org/10.24866/1813-3274/2021-2/15-30>

И. В. Филимонова¹, ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия
E-mail: FilimonovaIV@list.ru

В. Ю. Немов², ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия
E-mail: Void-pilgrim@mail.ru

И. В. Проворная³, ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия
E-mail: ProvornayaIV@gmail.com

Л. М. Ожогова⁴, ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия
E-mail: ozhogovalm@ipgg.sbras.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ CO₂ В СТРАНАХ АТР И ПОСТСОВЕТСКОГО ПРОСТРАНСТВА *

Аннотация. Глобальной целью мирового сообщества является переход к «зелёной» экономике, характеризующийся рациональным использованием электроэнергии, сокращением вредных выбросов и потреблением возобновляемых источ-

¹ Ирина Викторовна Филимонова, доктор экономических наук, профессор, заведующая центром экономики недропользования нефти и газа Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, заведующая кафедрой политической экономии экономического факультета Новосибирского государственного университета, г. Новосибирск.

² Василий Юрьевич Немов, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра экономики недропользования нефти и газа Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, доцент кафедры политической экономии экономического факультета Новосибирского государственного университета, г. Новосибирск.

³ Ирина Викторовна Проворная, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра экономики недропользования нефти и газа Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, доцент кафедры политической экономии экономического факультета Новосибирского государственного университета, г. Новосибирск.

⁴ Любовь Михайловна Ожогова, инженер Центра экономики недропользования нефти и газа Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.

Для цитирования: Филимонова И. В., Немов В. Ю., Проворная И. В., Ожогова Л. М. Исследование динамики выбросов CO₂ в странах АТР и постсоветского пространства // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2021. № 2. С. 15–30. DOI <https://doi.org/10.24866/1813-3274/2021-2/15-30>.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-1819.2020.6 и государственной программы «Выполнение фундаментальных научных исследований» в рамках научного проекта № 0331-2019-0028.

ников энергии. Целью исследования было изучение сближения объёмов выбросов в развивающихся странах с уровнем европейских стран. Согласно результатам, страны стремятся к достижению более низкого уровня выбросоёмкости, но значительно отличаются по динамике и интенсивности сближения. В европейских странах, не входящих в ОЭСР, рост ВВП на душу населения приводит к снижению интенсивности выбросов на 0,26 %, что свидетельствует о том, что экономический рост создаёт дополнительные ресурсы, которые можно использовать для разработки энергоэффективных технологий. В то время как на постсоветском пространстве и в Азиатско-Тихоокеанском регионе значительное влияние на снижение выбросов оказывает эффективность экологической политики.

Ключевые слова: выбросы CO₂, эмиссии углекислого газа, выбросоёмкость экономики, энергоэффективность, энергопотребление, углеводородное сырьё, АТР, ОЭСР, конвергенция, сходимость, индекс Тейла, эластичность, панельные данные, экологические проблемы, климатическая политика.

Irina V. Filimonova¹, IPGG SB RAS, Novosibirsk, Russia

E-mail: FilimonovaIV@list.ru

Vasiliy Yu. Nemov², IPGG SB RAS, Novosibirsk, Russia

E-mail: Void-pilgrim@mail.ru

Irina V. Provornaya³, IPGG SB RAS, Novosibirsk, Russia

E-mail: ProvornayaIV@gmail.com

Lyubov M. Ozhogova⁴, IPGG SB RAS, Novosibirsk, Russia

E-mail: ozhogovalm@ipgg.sbras.com

STUDY OF THE DYNAMICS OF CO₂ EMISSIONS IN THE COUNTRIES OF THE APR AND THE POST-SOVIET SPACE

Abstract. The global goal of the world community is transition to a "green" economy, characterized by rational use of electricity, reduction of harmful emissions and consumption of renewable energy sources. The aim of the research was to study the convergence of emissions in developing countries with the level of European countries. According to the results, countries are striving to achieve lower emission levels, but differ significantly in the dynamics and intensity of convergence. In non-OECD European countries, per capita GDP growth translates into a 0,26% reduction in emission intensity, indicating that economic growth is creating additional resources that can be used to develop energy-efficient technologies. At the same time, in the post-Soviet space and in the Asia-Pacific region, the effectiveness of environmental policy has a significant effect on reducing emissions.

Key words: CO₂ emissions, carbon dioxide emissions, emission intensity of the economy, energy efficiency, energy consumption, hydrocarbons, Asia-Pacific, OECD, convergence, convergence, Theil index, elasticity, panel data, environmental problems, climate policy.

¹ Irina V. Filimonova, Doctor of Economics, Professor, Head of the Center for Economics of Subsoil Use of Oil and Gas, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS, Head of the Department of Political Economy, Faculty of Economics, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

² Vasily Yu. Nemov, Candidate of Economics, Senior researcher at the Center for Economics of Subsoil Use of Oil and Gas, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS, Associate professor, Department of Political Economy, Faculty of Economics, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

³ Irina V. Provornaya, Candidate of Economics, Associate professor, Senior researcher, Center for Economics of Subsoil Use of Oil and Gas, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS, Associate professor, Department of Political Economy, Faculty of Economics, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

⁴ Lyubov M. Ozhogova Engineer, Center for Economics of Subsoil Use of Oil and Gas, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS, Novosibirsk, Russia.

For citing: Filimonova I. V., Nemov V. Yu., Provornaya I. V., Ozhogova L. M. Study of the dynamics of CO₂ emissions in the countries of the APR and the post-soviet space // PACIFIC RIM: Economics, Politics, Law. 2021. No. 2. P. 15–30. DOI <https://doi.org/10.24866/1813-3274/2021-2/15-30>.

Введение

Одной из важнейших целей современной мировой энергетической политики является усиление «зелёного» фактора в экономике, характеризующейся рациональным использованием электроэнергии, сокращением вредных выбросов и потреблением возобновляемых источников энергии. Достижение данной цели позволит регулировать и существенно сократить эмиссию углекислого газа, повышенное содержание которого является причиной роста среднегодовых температур или потепления климата, что может привести к разрушению экосистем и, соответственно, к ущербу экономической деятельности на пострадавших территориях. В 2019 г. объём выбросов составил 34,2 млрд тонн, их число возросло на 4,2% за последние пять лет. Сохранение такого высокого темпа роста может привести к негативным последствиям в будущем.

Поскольку основной причиной увеличения эмиссии углекислого газа является сжигание нефти, угля и природного газа, то для регулирования выбросов происходит трансформация принципов работы энергетического комплекса. К таким принципам относятся повышение энергоэффективности, развитие возобновляемой и атомной энергетик, замещение использования угля на природный газ. Повышение энергоэффективности подразумевает использование технологий по улавливанию и переработке углекислого газа, сокращение потерь энергии при передаче, а также внедрение энергетического менеджмента и мониторинг показателей, оценивающих содержание выбросов. Одним из таких показателей является выбросоёмкость, т. е. отношение выбросов углекислого газа к ВВП.

На данный момент 83% потребления первичной энергии приходится на ископаемое топливо – нефть, природный газ и уголь, поэтому экономический рост, стимулирующий энергопотребление, приводит к увеличению эмиссии углекислого газа. Поскольку рост выбросов является серьезной проблемой для мирового сообщества, многие страны стремятся модернизировать свои энергетические системы и сделать их более эффективными. Первыми внедрять политику энергоэффективности стали развитые страны Европы, которые и являются основоположниками развития международных экологических норм. Развивающиеся же страны, у которых высокие темпы роста экономики и, соответственно, энергопотребления, при разработке энергетических стратегий ориентируются на применяемые в Европе технологии и методы. Поэтому целью исследования стало исследование конвергенции выбросоёмкости в развивающихся странах к европейскому уровню.

Направления исследования конвергенции в мировой литературе

Идея исследования сходимости развивающихся стран к развитым появилась после анализа неоклассических моделей роста в XX веке. Так на их основе были выявлены две основные концепции конвергенции: σ -конвергенции и β -конвер-

генции. Они были представлены в работах Barro и Salo-i-Martin в конце XX в. [5, 11]. Концепция σ -конвергенции подразумевает, что разброс изучаемого показателя в рассматриваемой группе стран сокращается [2]. Для проверки на наличие данного типа сходимости используются различные показатели: среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, Индекс Тейла, Индекс Джини, с помощью которых оценивается плотность распределения. Концепция β -конвергенции предполагает, что рассматриваемый показатель в странах, где он первоначально ниже, изменяется быстрее, чем в тех, где он первоначально выше. Стоит отметить, что существование β -конвергенции не означает наличие σ -конвергенции, поэтому нельзя отождествлять эти понятия и для их проверки необходимо использовать соответствующие методики [2]. Ещё одной популярной концепцией конвергенции является метод «Distribution dynamics», предложенный в 1996 г. учёным Danny T. Quah. Данный методический подход подразумевает моделирование функции распределения изучаемого показателя для определения его устойчивого состояния. Если же в рамках традиционных подходов (σ - и β -конвергенции) исследуется сходимость стран к некоему усредненному уровню, то в этом методе рассматриваются индивидуальные уровни устойчивости [10].

Первоначально учёные исследовали конвергенции доходов, однако затем сфера применения расширилась: сейчас методы применяются для анализа производительности труда, процентных ставок, энергоёмкости и т. д. Обострение экологических проблем, вызванных увеличением количества парниковых газов, заставило исследователей задуматься о существовании устойчивого уровня загрязнения. Первым учёным был J. A. List, опубликовавший свою работу «Have air pollutant emissions converged among US regions? Evidence from unit root tests» в 1999 г. С помощью тестов на единичный корень автор проверил существование конвергенции выбросов оксида азота и диоксида серы в США в 1929–1994 гг. В результате исследования сходимость была найдена во всех 10 регионах США, разделённых по классификации EPA [7].

Методика, предложенная в работе J. A. List, была усовершенствована им в исследовании «Are CO₂ emissions levels converging among industrial countries» [12] и применена для исследований конвергенции в развитых странах Европы, в США, в Канаде, в Австралии, в Новой Зеландии и в Японии. В статье авторы оценили две модели: уравнение β -конвергенции и зависимость прироста относительных выбросов (отношение текущего значения к среднему по группе) от времени. В результате полученные коэффициенты β оказались значимыми на уровне 1% и подтвердили существование условной конвергенции. Однако вторая модель отвергает гипотезу о дивергенции лишь на уровне 11%.

В 2017 г. вышла работа «Stochastic and club convergence of sectoral CO₂ emissions in the European Union» [9], посвящённая исследованию конвергенции вы-

бросов углекислого газа. Авторы воспользовались несколькими методическими подходами для изучения сходимости: анализ уровня интегрированности разности значений переменных и анализ клубной конвергенции. Для получения более точных результатов они рассмотрели выбросы от трех секторов экономики: энергетика, промышленность и сельское хозяйство. Результаты тестов на стохастическую конвергенцию отвергли её существование. Также авторы выявили, что нет сходимости выбросов в полной выборке стран Европейского Союза. Однако разделение на группы стран позволило выделить клубы, где существование конвергенции к среднему уровню подтвердилось.

Еще одной работой, рассматривающей конвергенцию углекислых газов, является статья К. Е. Kounetas «Energy consumption and CO₂ emissions convergence in European Union member countries» [6]. Для исследования автор использует регрессионный метод и метод *distribution dynamics*. В рамках регрессионного метода автор оценивает уравнение безусловной β -конвергенции, а в методе *distribution dynamics* – функции распределения выбросов диоксида углерода. В результате исследования не была обнаружена конвергенция в 25 европейских странах с 1970 г. по 2010 г. Автор объясняет это тем, что углеводородное топливо играет важную роль в регионе. Также это может быть связано с различиями в национальной политике, в уровне технологий и в регулировании энергетического сектора.

В работе О. А. Подкорытовой и Ю. В. Раскиной «Постсоветское пространство и Европейский Союз: преодоление разрыва в энергоэффективности» была изучена энергоёмкость стран СНГ. В ходе исследования постсоветского пространства были разделены на три клуба с помощью $\log t$ теста, разработанного зарубежными учеными Phillips и Sul. В результате тестирования моделей была найдена сходимость энергоёмкости рассматриваемых клубов к европейскому уровню за исключением Армении, Молдовы и Российской Федерации. Также авторы выявили, что на снижение энергоёмкости сильное влияние оказывает рост душевого ВВП и степень его снижения в богатых природными ресурсами странами (Россия, Казахстан) более низкая по сравнению с остальными [4].

В статье И. А. Забелиной и Е. А. Клевакиной «Потенциальное воздействие экономики на эмиссию парниковых взглядов: оценка межрегиональной дифференциации» проведен анализ соотношения ВВП к энергопотреблению и удельных выбросов с помощью таких коэффициентов неравенства, как индекс Джини, индекс Тейла и индекс Аткинсона. Авторы выявили, что у половины регионов низкая продуктивность энергии, т. е. единица энергии создает небольшую добавленную стоимость [3]. Исследование выбросов углекислого газа также подтвердило высокую межрегиональную дифференциацию, вызванную существенными отличиями в уровнях доходов регионов.

Методическая основа исследования конвергенции выбросоёмкости экономики

Одной из основных целей энергетических политик стран во всем мире является снижение выбросов углекислого газа, которые выделяются при сжигании традиционных видов топлива. Развитые страны стремятся к снижению эмиссии в абсолютном выражении, а развивающиеся страны – удельного количества. Анализ динамики соотношения выбросов диоксида углерода к реальному ВВП в различных странах мира показал, что происходит устойчивое снижение уровня выбросоёмкости экономики и его стабилизация на определённом уровне (рис. 1). Также было замечено, что в развивающихся странах удельное число выбросов выше, чем в развитых странах Европы.

Рис. 1. Соотношение выбросов углекислого газа к реальному ВВП в странах мира, %

Источник: рассчитано авторами

Более того, с течением времени различия в уровнях выбросоёмкости снижаются, т. е. происходит некое сближение этого показателя не только в макрорегионах, но и по странам. Это обусловило интерес к исследованию конвергенции выбросоёмкости в развивающихся странах к европейскому уровню. Страны Европы активно разрабатывают инициативы и внедряют проекты для улучшения экологии, а также развивают возобновляемую энергетику. На данный момент именно развитые страны Европы обладают низким уровнем выбросоёмкости, при этом они обладают сильной экономикой и их ВВП ежегодно растёт.

Для исследования данного тренда выбрана методика, представленная в статье Markandaya «Energy intensity in transition economies: Is there convergence towards the EU average» [8]. Благодаря этому подходу можно рассмотреть существование сходимости выбросоёмкости в развивающихся странах к европейскому уровню. В рамках методики предполагается, что текущее значение удельных выбросов ϕ_t зависит от значения в предыдущем периоде и от ожидаемого значения. Однако не

всегда удастся достичь желаемого уровня, поэтому в модель вводится параметр временного лага μ :

$$\varphi_{it} = \varphi_{i,t-1} \left(\frac{\varphi_{it}^*}{\varphi_{i,t-1}} \right)^\mu. \quad (1)$$

По предположению данной методики развивающиеся страны при выборе целевых показателей энергетической и экологической политик ориентируются на их уровень в развитых странах. Следовательно, φ_{it}^* зависит от удельных выбросов в европейских странах φ_{ut} и от уровня различий в доходах (y_{ut}). В качестве φ_{ut} выберем среднее значение по 10 европейским странам, у которых наименьшее удельное количество выбросов диоксида углерода. Соответственно, ожидаемое удельное число выбросов углекислого газа может быть описано следующей формулой:

$$\varphi_{it}^* = A \left(\frac{y_{ut}}{y_{it}} \right)^\eta \varphi_{ut}, \quad (2)$$

где A – константа,

η – эластичность по отставанию душевого ВВП.

Соединив и прологарифмировав оба выражения, приведем модель к следующему виду:

$$\ln \left(\frac{\varphi_{it}}{\varphi_{i,t-1}} \right) = B + D \ln \left(\frac{y_{ut}}{y_{it}} \right) + C \ln \left(\frac{\varphi_{ut}}{\varphi_{i,t-1}} \right), \quad (3)$$

где $B = \mu \ln(A)$, $D = \mu \eta$, $C = \mu$.

Таким образом, зависимой переменной будет рост удельных выбросов углекислого газа, а независимыми переменными – уровень разрыва доходов (отношение душевых ВВП) и уровень разрыва удельных выбросов CO_2 европейских стран и рассматриваемой страны. Коэффициент C показывает скорость сближения удельных выбросов в рассматриваемой стране к европейскому уровню. Если коэффициент $C > 0$, то динамики двух переменных совпадают и существует конвергенция. Коэффициент D отвечает за влияние разрыва в благосостояниях стран, поэтому его положительное значение свидетельствует о том, что сближение уровней доходов сокращает рост удельных выбросов.

Важным этапом в работе является формирование выборок стран. Для исследования сходимости выбросоёмкости к европейскому уровню сформированы следующие группы: страны постсоветского пространства; страны АТР; страны Европы, не входящие в ОЭСР (табл. 1). Информационной базой исследования являются данные Всемирного Банка и British Petroleum. Выбросоёмкость была рассчитана как отношение выбросов углекислого газа к реальному ВВП, рассчитанному по ППС в ценах 2011 г.

Для определения уровня выбросоёмкости экономики, который мог бы выступить асимптотическим уровнем при исследовании конвергенции, был составлен

рейтинг 10 европейских стран с наименьшим значением этого показателя – Швеция, Франция, Ирландия, Великобритания, Люксембург, Испания, Германия, Португалия, Бельгия, Чехия. Среднее значение выбросоёмкости в этой группе составило 0,018 и использовано в качестве целевого ориентира, а также в расчётах.

Таблица 1

Страны, вошедшие в выборки

Страны Европы, не входящие в ОЭСР	Страны постсоветского пространства	Страны АТР
Болгария, Кипр, Македония, Румыния, Словения, Турция	Азербайджан, Беларусь, Казахстан, Латвия, Литва, Россия, Узбекистан, Украина, Эстония	Австралия, Китай, Индия, Индонезия, Япония, Малайзия, Новая Зеландия, Южная Корея, Таиланд

Структура энергопотребления в рассматриваемых регионах похожа на структуру в развитых европейских странах, а также они подвержены общим тенденциям: снижение доли угля, увеличение использования природного газа и развитие альтернативных источников энергии. Выбросоёмкость в рассматриваемых регионах с течением времени снижается, однако ее уровень выше, чем в европейских странах. Это связано с низкой доступностью технологий по улавливанию углекислого газа и их дороговизной, высокой зависимостью от углеводородного сырья и институциональными барьерами при развитии ВИЭ.

Сформированные выборки стран будут проверены на наличие σ -конвергенции, что поможет статистически проверить существование сближения выбросоёмкости в рассматриваемых регионах с европейскими странами. Для этого к выборке добавим новый объект (условную страну), значение выбросоёмкости которого равно среднеевропейскому уровню. Затем для расширенной группы рассчитаем среднее отклонение и индекс Тейла. В работе используется индекс Тейла, поскольку он удовлетворяет аксиомам Шоррокса-Уана (симметричность, принцип Пигу-Далтона, независимость от шкалы измерения, инвариантность репликации и нормализация по нулю) и, соответственно, является универсальным. Если рассчитанные показатели снижаются с течением времени, то существование σ -конвергенции подтверждается. Кроме того, данный анализ поможет выбрать соответственные временные промежутки, когда происходило сближение выбросоёмкостей.

Следующим шагом будет оценка коэффициентов регрессий, построенных на панельных данных, и проведение соответствующих тестов для сравнения моделей (тесты Фишера, Бройша-Пагана и Хаусмана). Тестирование позволит выбрать наиболее статистически значимую модель среди трёх моделей: модель с фиксированными эффектами, модель со случайными эффектами и модель с МНК-регрессией.

Результаты оценки сходимости динамики выбросоёмкости экономики стран АТР и постсоветского пространства к европейскому уровню

Перед началом определения сходимости регионов к европейскому уровню нужно определить наличие σ -конвергенции, чтобы проверить снижение вариации исследуемого показателя. Для этого рассчитаем в каждой выборке среднеквадратическое отклонение и индекс Тейла удельных выбросов углекислого газа с учетом среднего уровня в 10 европейских странах. Кроме того, данная процедура позволит корректно выбрать период для моделирования, поскольку рассчитываемые показатели должны уменьшаться на протяжении нескольких лет. На рис. 2 представлена динамика среднеквадратичного отклонения и индекса Тейла для стран постсоветского пространства, АТР и стран Европы, не состоящих в ОЭСР. σ -конвергенция была обнаружена во всех рассматриваемых регионах, однако в бывших союзных республиках она возникла в 2000 г., в то время как в АТР и странах Европы, не входящих в ОЭСР, – в 1996 г.

Рис. 2. Проверка на существование σ -конвергенции по макрорегионам

Следующим шагом оценим модель сходимости удельных выбросов углекислого газа для двух регионов и построим три регрессионные модели, чтобы выбрать наиболее статистически значимую с помощью тестирования.

Для стран постсоветского пространства были получены следующие результаты, представленные в табл. 2. В исследовании были использованы данные 9 стран с 2000 г. по 2017 г. Результаты статистических тестов показали, что для анализа региона следует работать с моделью с фиксированными эффектами. Простая МНК-регрессия и модель со случайными эффектами оказались менее предпочтительными по результатам тестирования.

Таблица 2

**Коэффициенты модели с фиксированными эффектами
для стран постсоветского пространства**

Показатель	Значение
D	0,039 (0,277)
C	0,150 (0,000)
μ	0,150
η	0,259
F-статистика	9,568 (0,000)
Тест Хаусмана	0,0003
R ²	0,10

Коэффициенты D и C оказались положительными, что свидетельствует о наличии конвергенции между 10 европейскими странами и странами постсоветского пространства. Сокращение разрыва в значениях удельных выбросов углекислого газа между европейскими странами и исследуемым регионом на 1% приводит к снижению темпа роста данного показателя на 0,15%. Кроме того, сближение благосостояния экономик двух регионов на 1% обеспечит снижение темпов роста удельных выбросов на 0,259%.

Результаты исследования сходимости удельных выбросов углекислого газа в странах АТР представлены в табл. 3. Поскольку σ -конвергенция была найдена в 1996 г., для моделирования были использованы данные 15 стран за период 1996–2017 гг. Для выявления наиболее предпочтительной модели проведены все необходимые статистические тесты, и такой оказалась панельная регрессия с фиксированными эффектами. Сходимость к европейскому уровню была подтверждена, поскольку все коэффициенты уравнения (C и D) оказались положительными. Снижение темпов роста удельных выбросов обеспечивается в странах АТР как за счет сближения экономик регионов, так и за счет сближения экологического состояния. Если разрыв в благосостояниях между европейскими странами и странами АТР сократится на 1%, то темп роста удельных выбросов уменьшится на 0,008%.

Таблица 3

Коэффициенты модели с фиксированными эффектами для стран АТР

Показатель	Значение
D	0,008 (0,516)
C	0,124 (0,000)
μ	0,124
η	0,065
F-статистика	9,568 (0,000)
Тест Хаусмана	0,000
R ²	0,20

В странах Европы также была обнаружена конвергенция выбросоёмкости экономики к уровню развитых европейских стран с помощью панельной регрессии с фиксированными эффектами, которая по результатам тестирования оказалась наиболее статистически значимой (табл. 4). Коэффициенты С и D уравнения регрессии оказались положительными, что подтверждает сходимость удельных выбросов региона к рассматриваемому уровню. Сокращение в разрыве доходов с развитыми европейскими странами приводит к сокращению темпов роста выбросоёмкости на 0,542%, т. е. с ростом экономики регион становится более энергоэффективным и экологичным. Сближение в уровне выбросоёмкости с развитыми странами Европы вызывает уменьшение роста удельной эмиссии диоксида углерода на 0,16%.

Таблица 4

**Коэффициенты модели с фиксированными эффектами
для стран Европы, не входящих в ОЭСР**

Показатель	Значение
D	0,090 (0,022)
C	0,166 (0,000)
μ	0,166
η	0,542
F-статистика	8,496 (0,000)
Тест Хаусмана	0,001
R ²	0,11

Оценки коэффициентов η для стран просоветского пространства, стран Европы, не входящих в ОЭСР, и стран АТР составили 0,259, 0,542 и 0,065 соответственно. Это означает, что в странах Европы, не состоящих в ОЭСР, темп сближения экономик к европейскому уровню выше, чем в других странах. Кроме того, на сокращение темпов выбросоёмкости в странах Европы и СНГ большее влияние оказывает разрыв в уровне благосостояний. В странах АТР, наоборот, сокращение значения удельных выбросов происходит быстрее, чем сокращение разрыва в ВВП на душу населения. Это можно объяснить тем, что в странах АТР потребность в энергоресурсах изначально выше, чем в странах постсоветского пространства, поэтому использование экологических технологий и возобновляемых источников энергии приводит к более существенному падению роста выбросов.

Дискуссия о причинах и следствии снижения выбросоёмкости экономики

В ходе исследования подтверждено существование σ -конвергенции уровня выбросоёмкости в странах постсоветского пространства, странах АТР и странах Европы, не входящих в ОЭСР, с уровнем 10 наиболее энергоэффективных стран Ев-

ропы. Это является ожидаемым результатом, поскольку с 90-х гг. XX в. возросла международная активность в области экологии и «зелёной» энергетики. Одним из катализаторов снижения выбросов углекислого газа стал Киотский протокол, принятый в 1997 г [1]. Благодаря ему проблема глобального потепления была популяризована, а многие страны стали более лояльными к сокращению выбросов углекислого газа. В 2015 г. были приняты Парижские соглашения, которые обозначили новый курс на декарбонизацию экономики. Это подтверждает готовность стран к значительному сокращению эмиссии диоксида углерода и трансформации энергетики в направлении низкоуглеродного развития.

В отличие от других рассматриваемых регионов, в странах постсоветского пространства сближение с европейским уровнем началось с 2000 г., а не с 90-х гг. XX в. Это может быть связано с тем, что экономика региона тяжело переживала распад СССР, который вызвал упадок производства и разрушение многих экономических связей. Кроме того, использование экологических технологий в тот период широко не применялись. В странах АТР в 2002–2005 гг. наблюдалась дивергенция с европейским уровнем, вызванная ростом выбросоёмкости в Китае. В странах же Европы, не входящих в ОЭСР, наблюдалась конвергенция выбросоёмкостей с наиболее энергоэффективными европейскими странами, и разброс с течением времени существенно снизился, что обосновано прочными экономическими и политическими связями.

Протестировав модель для стран Европы, не входящих в ОЭСР, была выявлена сходимости их выбросоёмкости к уровню 10 наиболее энергоэффективных стран Европы. На сокращение разрыва удельного количества углекислого газа влияют сближение стран по уровню благосостояния и по экологическому развитию. Значение эластичности η больше, чем значение μ , это означает, что на процесс сходимости выбросоёмкости сильное воздействие оказывает сближение доходов в рассматриваемом регионе и 10 наиболее энергоэффективных странах. Действительно, внедрение технологий по уменьшению выбросов и по очистке являются дорогостоящими, что тормозит внедрение различных мер экологических политик. Однако рост дохода страны создает дополнительные средства, которые могут быть использованы для улучшения экологии. Также известно, что с ростом доходов население проявляет больший интерес к охране окружающей среды, стремится снизить загрязнение природы, разрабатывает способы устранения экологических проблем, а также становится более лояльным к проведению экологической политики (введение квот, налогов и т.д.). Кроме того, сближение данного макрорегиона к уровню 10 наиболее энергоэффективных стран происходит быстрее, чем в странах постсоветского пространства и АТР. Географическая близость к странам-инициаторам международных экологических проектов заставляет регион переосмысливать свою политику в области экологии и энергетики, своевременно принимать необходимые

меры и перенимать технологии. Это в дальнейшем влияет на скорость снижения выбросоёмкости.

В странах постсоветского пространства сближение энергетического развития с европейскими странами оказалось значимым, а сокращение разрыва в доходах – не значимым. Такая же зависимость прослеживается и в странах АТР. Это может быть вызвано тем, что в рассматриваемый период активно развивалось международное сотрудничество в рамках борьбы с изменением климата, и страны внедряли политику сокращения выбросов. Конечно, реальный доход в странах постсоветского пространства и АТР вырос с 1996 г. до 2017 г., однако его разрыв с европейскими странами остаётся существенным. Более того, в некоторых странах значение в разрыве дохода с европейским регионом практически не меняется в рассматриваемый период. Тем не менее, рассматриваемые страны постсоветского пространства и АТР не оставались в стороне от политики борьбы с загрязнением и сокращали эмиссию углекислого газа. Соответственно, на снижение выбросоёмкости больше влияли политические решения в области экологии и общее осознание серьёзности проблемы изменения климата, а не рост благосостояния.

Заключение

Широкое освещение экологических проблем во многом обосновано ужесточением законодательства в области природопользования и постановкой новых целевых ориентиров в энергетической политике и выборе инструментов по сохранению окружающей среды, сокращении выбросов.

Согласно полученным результатам исследования сходимости выбросов установлено, что страны в разной степени стремятся к более низкому уровню выбросоёмкости. В странах Европы, не входящих в ОЭСР, рост душевого дохода ведёт к сокращению темпов выбросоёмкости на 0,259%. Это значит, что экономический рост создает дополнительные ресурсы, которые могут быть использованы для развития энергоэффективных технологий. В странах постсоветского пространства и АТР значимый эффект на сокращение выбросоёмкости оказывает результативность экологической политики, направленной на минимизацию эмиссии углекислого газа.

Таким образом, выбросоёмкость рассматриваемых регионов стремится к европейскому уровню, что является следствием роста международного сотрудничества в области экологии.

Практическим выводом для экономики России по результатам исследования могут стать рекомендации о корректировке энергетической стратегии в направлении диверсификации экспортных поставок и продолжении курса на укрепление сотрудничества со странами АТР. Однако в долгосрочной перспективе стремление стран АТР к более низкому уровню выбросоёмкости экономики может привести к сокращению доходности экспортных поставок нефти и газа из России. Поэтому целесооб-

разно расширять сотрудничество не только в сырьевом секторе экономики, но и в области энергосберегающих и минимизирующих выбросы технологий, повышающих эффективность использования ресурсов и улавливающих эмиссию вредных компонентов от использования, переработки и транспортировки углеводородов.

Список литературы

1. Акаев, А. А. От Рио до Парижа: достижения, проблемы и перспективы в борьбе с изменением климата // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87, №. 7. – С. 587–598.
2. Глущенко, К. П. Мифы о бета-конвергенции // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2012. – Т. 4, №. 16. – С. 26–44.
3. Забелина, И. А. Потенциальное воздействие экономики на эмиссию парниковых газов: оценка межрегиональной дифференциации / И. А. Забелина, Е. А. Клевакина // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2013. – №. 12. – С. 124–132.
4. Подкорытова, О. А. Постсоветское пространство и Европейский Союз: преодоление разрыва в энергоэффективности / О. А. Подкорытова, Ю. В. Раскина // Вестник СПбГУ. Сер. 5, Экономика. – 2014. – № 2. – С. 106–121.
5. Barro, R. J. Convergence / R. J. Barro, X. Sala-i-Martin // Journal of political Economy. – 1992. – Vol. 100, № 2. – P. 223–251.
6. Kounetas, K. E. Energy consumption and CO₂ emissions convergence in European Union member countries. A tonneau des Danaïdes? // Energy Economics. – 2018. – Vol. 69. – P. 111–127.
7. List, J. A. Have air pollutant emissions converged among US regions? Evidence from unit root tests // Southern Economic Journal. – 1999. – Vol. 66, № 1. – P. 144–155.
8. Markandya, A. Energy intensity in transition economies: is there convergence towards the EU average? / A. Markandya, S. Pedroso-Galinato, D. Streimikiene // Energy Economics. – 2006. – Vol. 28, №. 1. – P. 121–145.
9. Stochastic and club convergence of sectoral CO₂ emissions in the European Union / R. Morales-Lage, A. Bengochea-Morancho, M. Camarero, I. Martinez-Zarzoso. – Castellón, 2017. – № 01. – 49 p.
10. Quah, D. T. Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics // The Economic Journal. – 1996. – Vol. 106, № 437. – P. 1045–1055.
11. Sala-i-Martin, X. X. The classical approach to convergence analysis // The Economic Journal. – 1996. – Vol. 106, № 437. – P. 1019–1036.
12. Strazicich, M. C. Are CO₂ emission levels converging among industrial countries? / M. C. Strazicich, J. A. List // Environmental and Resource Economics. – 2003. – Vol. 24, № 3. – P. 263–271.

References

1. Akaev A. A. Ot Rio do Parizha: dostizheniya, problemy i perspektivy v bor'be s izmeneniem klimata [From Rio to Paris: Achievements, Problems and Prospects in Combating Climate Change]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2017, vol. 87, no. 7, pp. 587–598.
2. Glushchenko K. P. Mify o beta-konvergensii [Myths about beta convergence]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii*, 2012, vol. 4, no. 16, pp. 26–44.
3. Zabelina I. A., Klevakina E. A. Potentsial'noe vozdeistvie ekonomiki na emissiyu parnikovyykh gazov: otsenka mezhregional'noi differentsiatsii [Potential impact of the economy on greenhouse gas emissions: an assessment of interregional differentiation]. *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 12, pp. 124–132.
4. Podkorytova O. A., Raskina Yu. V. Postsovetskoe prostranstvo i Evropeiskii Soyuz: preodolenie razryva v energoeffektivnosti / [Post-Soviet space and the European Union: bridging the gap in energy efficiency]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Series 5, Ekonomika*, 2014, no. 2, pp. 106–121.
5. Barro R. J., Sala-i-Martin X. Convergence // *Journal of political Economy*. – 1992. – T. 100. – No. 2. – pp. 223–251.
6. Kounetas K. E. Energy consumption and CO₂ emissions convergence in European Union member countries. A tonneau des Danaïdes? *Energy Economics*, 2018, vol. 69, pp. 111–127.
7. List J. A. Have air pollutant emissions converged among US regions? Evidence from unit root tests. *Southern Economic Journal*, 1999, vol. 66, no. 1, pp. 144–155.
8. Markandya A., Pedroso-Galinato S., Streimikiene D. Energy intensity in transition economies: is there convergence towards the EU average? *Energy Economics*, 2006, vol. 28, no. 1, pp. 121–145.
9. Morales-Lage R., Bengochea-Morancho A., Camarero M., Martinez-Zarzoso I. *Stochastic and club convergence of sectoral CO₂ emissions in the European Union*. Castellón, 2017. № 01. 49 c.
10. Quah D. T. Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics. *The Economic Journal*, 1996, vol. 106, no. 437, pp. 1045–1055.
11. Sala-i-Martin X. X. The classical approach to convergence analysis. *The Economic Journal*, 1996, vol. 106, no. 437, pp. 1019–1036.
12. Strazicich M. C., List J. A. Are CO₂ emission levels converging among industrial countries? *Environmental and Resource Economics*, 2003, vol. 24, no. 3, pp. 263–271.