

Анализ взаимосвязи неравенства и загрязнения окружающей среды
Analysis of the relationship between inequality and environmental pollution

Сугаипов Д.Р. – Центр математического моделирования экономических процессов
РАНХиГС, Москва

Аннотация: Регионы Российской Федерации характеризуются сильной дифференциацией как уровня доходов, так и уровня выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Между тем неравенство доходов может как способствовать увеличению уровня загрязнения, так и препятствовать его росту. В связи с этим существуют риски увеличения количества выбросов в окружающую среду при проведении непоследовательной налоговой или социальной политики. В работе представлен обзор современных исследований, посвященных изучению влияния неравенства на загрязнение окружающей среды. Оказывается, что высокий уровень неравенства доходов может оказывать положительное воздействие на загрязнение окружающей среды в развитых странах и богатых регионах и негативное воздействие в развивающихся странах и бедных регионах.

Ключевые слова: неравенство, загрязнение окружающей среды, парниковые газы, выбросы, эконометрические модели.

1. Введение

Как неравенство доходов, так и загрязнение окружающей среды являются одними из самых важных проблем в современном мире. А взаимосвязь между этими двумя проблемами может быть крайне неоднозначной. Существует большое количество исследований, рассматривающих оба этих явления в совокупности, и результаты работ сильно варьируются в зависимости от применяемых методов и анализируемых стран.

Тем не менее, изучение взаимосвязи между неравенством доходов и загрязнением окружающей среды крайне важно. Причиной этого является то, что решение обеих этих проблем требует продуманного долгосрочного подхода, принимающего во внимание все каналы влияния между этими процессами. Если взаимосвязь между процессами сложная, и каналы влияния неравенства на уровень выбросов загрязнений в атмосферу не учтены, то государственная политика, направленная, например, на перераспределение доходов от богатых слоёв населения к бедным, может снизить стимулы по инвестированию в новые технологии для более высокодоходных групп. Таким образом, государство несвоевременной политикой может оказать негативный эффект на защиту окружающей среды.

2. Теоретический взгляд на взаимосвязь между неравенством и загрязнением окружающей среды

С точки зрения теории, неравенство может оказывать как негативное, так и позитивное влияние на выбросы парниковых газов. Например, в работе [1] рассматривается влияние неравенства власти и неравенства доходов на загрязнение окружающей среды. Исследователь использует анализ затрат и выгод и рассматривает возможность чрезмерного и, наоборот, слишком маленького вреда экологии в зависимости от того, у какой группы населения больше власти. У тех, кто выиграет от деятельности, направленной на загрязнение окружающей среды, или у тех, кто от этой деятельности проиграет.

Однако, важнее рассмотреть анализ [1] в разрезе влияния именно неравенства доходов на экологию. Здесь автор предполагает, что более богатые люди желают более чистой окружающей среды, то есть она является для них нормальным благом. Таким образом, более богатые домохозяйства имеют больше стимулов к защите природы. Однако, в таком случае возможно, что польза или вред для окружающей среды от изменений в неравенстве доходов будет зависеть от того, как разными слоями населения воспринимаются экологические издержки. Так, если для богатых людей окружающая среда важнее, чем для бедных, то перераспределение богатства от бедных к богатым может снизить количество выбросов.

Ответ на этот вопрос по мнению автора зависит от четырёх пунктов. Во-первых, от того, у какой группы населения быстрее растёт спрос на чистоту окружающей среды по доходу. Во-вторых, от того, является ли достаточно сильным эффект дохода, чтобы перевесить «эффект цены», возникающий в результате упущенного излишка производителей и потребителей (богатые хотят больше получать за продажу товаров и услуг, а защита окружающей среды требует увеличивать издержки производства). В-третьих, от того, существуют ли возможности замены общественных благ частными (богатые люди могут пользоваться благами от чистой окружающей среды, перекладывая издержки на бедных, что снижает стимулы к защите природы). И в-четвёртых, от влияния неравенства доходов на коллективные действия по предоставлению общественных благ. Последнее означает, что неравенство может усугублять проблему безбилетника, а поскольку чистая окружающая среда является общественным благом, то для её сохранения нужны коллективные действия общества.

Само по себе выполнение всех четырёх пунктов кажется маловероятным, однако идея о том, что с ростом богатства снижается предельная склонность к выбросам (от англ. *marginal propensity to emit (MPE)*) находит отражение в большом количестве литературы [2], [3], [4].

В целом с точки зрения теории взаимосвязь между экономическим развитием и выбросами в окружающую среду рассматривается с помощью гипотезы об экологической кривой Кузнецца. Она гласит, что зависимость между загрязнением окружающей среды и экономическим развитием принимает форму перевёрнутой U-образной кривой [5], [6]. Таким образом, сначала качество окружающей среды ухудшается по мере роста доходов, а затем, при достижении определённого уровня доходов на душу населения, дальнейшее увеличение доходов экономических агентов будет положительно сказываться на экологии.

Однако, [6] указывают на возможность существования другого рода взаимосвязи – линейной, при которой неравенство доходов не оказывает существенного влияния на выбросы, и обычной (не перевёрнутой) U-образной кривой, которая, наоборот, описывает сначала падение выбросов по мере роста доходов, а затем уже рост загрязнения после прохождения определённого уровня доходов. Таким образом, теория допускает возможность разнонаправленного влияния неравенства доходов на выбросы вредных веществ в атмосферу.

3. Эмпирические исследования, рассматривающие влияние неравенства на выбросы парниковых газов

Что же касается эмпирических исследований, то они также демонстрируют разнонаправленное влияние неравенства на загрязнение окружающей среды. Здесь существует несколько взглядов на проблему.

Согласно одной из точек зрения неравенство доходов положительно связано с ухудшением окружающей среды. Авторы [7] демонстрируют, что группы населения с высокими доходами могут потреблять больше товаров и услуг, производимых с большим количеством затрачиваемой энергии, то есть опосредованно стимулируют рост выбросов парниковых газов.

Учёные рассматривают Китай, который за последние десятилетия добился высоких темпов экономического роста, обладает высоким уровнем неравенства доходов среди домохозяйств, а также имеет большое количество выбросов углерода. Авторы указывают, что гипотеза экологической кривой Кузнецца предполагает перевёрнутую U-образную зависимость между качеством окружающей среды и экономическим развитием. Однако, нашлись свидетельства тому, что эта гипотеза не выполняется для углекислого газа [2], [8], и выбросы этого вещества монотонно растут по доходам.

Поэтому, так как [7] заранее не были уверены в том, какая именно форма зависимости может быть между неравенством и загрязнением окружающей среды, то они решили рассмотреть линейную, квадратическую и кубическую зависимости, при этом

оценив линейную модель, логарифмически-линейную модель, а также логарифмическую модель. Их логарифмически-линейную спецификацию можно представить в виде:

$$\ln TC_k = \alpha_0 + \alpha_1 y_k + \alpha_2 y_k^2 + \alpha_3 y_k^3 + \alpha_4 V_k + \mu_k \quad (1)$$

где TC – это совокупные выбросы;

y_k – это доход на душу населения;

V_k – это вектор других переменных, таких как размер домохозяйства, возраст и число лет обучения главы домохозяйства, процент детей и пожилых людей в домохозяйстве, размер жилья и фиктивные переменные для 15 провинций.

Исследователи используют данные обследования городских домохозяйств. Результаты эконометрического анализа демонстрируют существование положительной взаимосвязи между доходами населения и выбросами углерода. Оказывается, что более богатые домохозяйства в большей степени загрязняют окружающую среду, чем более бедные. Как считают авторы, перераспределение доходов от богатых к бедным домохозяйствам может помочь в снижении совокупных выбросов.

Негативное влияние неравенства доходов на загрязнение окружающей среды было показано и в работах [5], [6] на примере регионов Китая. Авторы [5] используют модель, аналогичную использованной в работе [7], однако в правую часть уравнения также включают коэффициент Джини:

$$\ln TC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 PGDP_{it} + \alpha_2 PGDP_{it}^2 + \alpha_3 PGDP_{it}^3 + \alpha_4 GINI_{it} + \alpha_5 EI_{it} + \alpha_6 STR_{it} + \alpha_7 URB_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

где $PGDP$ – это ВВП на душу населения;

$GINI$ – это коэффициент Джини;

EI – это энергоёмкость, которая используется авторами для определения технологического улучшения;

STR – это доля промышленного сектора в ВВП;

URB обозначает уровень урбанизации, как процент населения не в сельскохозяйственном секторе.

Исследователи включают переменную STR в модель, поскольку промышленный сектор отвечает за высокую долю выбросов парниковых газов. Авторы используют логарифмы совокупных выбросов, поскольку переход к логарифмически-линейной модели

даёт более высокое значение исправленного R^2 . Отличием от других работ является и то, что авторы особым образом считают коэффициент Джини, как в работе [9].

Затем они строят различные модели для всей выборки и нескольких отдельных регионов, и оценивают их разными способами, в том числе и с помощью модели с фиксированными эффектами. Для своего исследования авторы используют панельные данные по 28 провинциям Китая за период с 1995 по 2010 год.

Их результаты свидетельствуют о том, что рост доходов вызывает рост уровня выбросов, однако эффект варьируется в зависимости от региона. Таким образом, как считают исследователи, более справедливое распределение доходов могло бы помочь в борьбе с загрязнением окружающей среды.

Авторы исследования [6] опираются на те же идеи и используют модель как аналогично (2). Однако в их уравнении регрессии присутствует и ряд отличий. Так, учёные свою базовую спецификацию представляют в логарифмах всех переменных, они включают в правую часть уравнения индивидуальные эффекты провинций Китая и эффекты времени, а также авторы включают динамическую составляющую в уравнение регрессии, а именно лаг уровня выбросов. Для оценки этой регрессии авторы используют обобщённый метод моментов, поскольку обычные МНК оценки могут давать неправильные результаты.

В итоге [6] обнаруживают, что увеличение разрыва в доходах между группами населения приводит к увеличению выбросов парниковых газов. И этот результат сохраняется даже при разделении провинций Китая на подвыборки.

Исследование на африканских странах южнее Сахары провели [10]. Их эконометрическая стратегия заключалась в том, чтобы использовать непараметрический метод [11] (модель DK) для оценки простого уравнения, в котором в левой части находится уровень выбросов CO₂, а в правой расположены переменные интереса и в том числе неравенство доходов. В качестве преимущества используемого подхода авторы отмечают то, что он даёт эффективные оценки для наборов данных с пропущенными значениями. Также они используют обобщённый метод моментов.

Учёным удаётся продемонстрировать, что рост неравенства доходов оказывает значимое положительное влияние на выбросы углекислого газа. Авторы предполагают, что низкая доступность информации и отсутствие осведомленности являются доминирующими факторами, способствующими увеличению выбросов углерода и потреблению энергии. Другим возможным объяснением наблюдаемого эффекта в развивающихся странах является то, что неравенство доходов играет на руку владельцам капитала, которые начинают ещё больше инвестировать в производство, используя старые технологии с высоким уровнем выбросов.

Исследование с использованием авторегрессионной модели распределённых лагов на данных США проводят [12]. Особый интерес для авторов представляет анализ краткосрочных и долгосрочных эффектов неравенства на уровень выбросов парниковых газов, для чего и используется ARDL-модель, которую можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(\text{CO}_2)_t = & \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_1 \Delta \ln(\text{CO}_2)_{t-k} + \sum_{k=0}^p \alpha_2 \Delta \ln Y_{t-k} + \\ & + \sum_{k=0}^p \alpha_3 \Delta \ln G_{t-k} + \sum_{k=0}^p \alpha_4 \Delta \ln E_{t-k} + \lambda_1 \ln(\text{CO}_2)_{t-1} + \lambda_2 \ln Y_{t-1} + \lambda_3 \ln G_{t-1} + \\ & + \lambda_4 E_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (3)$$

где CO_2 – это выбросы парниковых газов на душу населения;

Y – это реальный доход на душу;

G – это мера распределения доходов;

E – это потребление энергии.

Такая постановка модели называется формой коррекции ошибок ARDL модели, и она необходима для анализа краткосрочных и долгосрочных взаимосвязей. Так, долгосрочные отношения в этой модели представлены с помощью коэффициентов λ_3 , тогда как краткосрочные отношения представлены коэффициентами при суммах.

Авторы использовали годовые данные по США с 1967 по 2008 год. В качестве меры неравенства также был использован коэффициент Джини. Учёные обнаружили, что качество окружающей среды улучшается в результате справедливого распределения доходов в США, то есть взаимосвязь между неравенством и загрязнением оказалась положительной как в долгосрочном, так и в краткосрочном периодах.

В центре внимания аналогичного исследования [13], в котором использовалась ARDL модель, было не неравенство доходов, а гендерное неравенство. В качестве переменной, отвечающей за гендерное неравенство, в этом исследовании выступал индекс гендерного паритета, то есть индекс, показывающий соотношение мальчиков и девочек, зачисленных в начальную и среднюю школы. Исследователям удалось показать, что гендерное неравенство в образовании оказывает положительное влияние на загрязнение окружающей среды в Африке. Однако стоит отметить, что выводы учёные делали для всех африканских стран южнее Сахары вместе, так как рассматривали их в качестве единого региона.

С другой стороны, увеличение неравенства доходов может положительно сказываться на окружающей среде. Так, например, в исследовании [14] на примере Турции

было показано, что увеличение неравенства доходов снижает выбросы углерода. Исследователи сначала построили простую модель аналогично (2), без кубов реального ВВП на душу населения и с добавлением другого набора контрольных переменных, среди которых были открытость торговли, внутренний кредит частному сектору как прокси финансового развития и использование возобновляемой энергии. Затем авторы перешли к ARDL модели аналогично (3).

В итоге авторам удаётся подтвердить гипотезу о перевёрнутой U-образной кривой. В долгосрочном периоде рост неравенства вызывает падение уровня выбросов. Авторы связывают такое воздействие неравенства на выбросы со стадией экономического развития страны. Так, они предполагают, что в развивающихся странах у беднейших домохозяйств более высокая предельная склонность к потреблению, поэтому при перераспределении доходов к ним, они начнут потреблять заметно больше энергоёмких товаров, что приведёт к увеличению загрязнения.

Авторы [15] использовали данные по японским городам и на основе модели, аналогичной (1)-(2), продемонстрировали, что неравенство доходов оказывает значительное воздействие на загрязнение воздуха. Авторы обнаружили, что качество воздуха и воды улучшается по мере роста доходов. В работе [16] также оценивается простая модель (2), однако зависимой переменной выступает индикатор качества окружающей среды. Таким образом, авторы регрессируют набор зависимых переменных, в числе которых есть и выбросы парниковых газов, и концентрация оксида серы, и концентрация твёрдых части в атмосфере городов и другие показатели качества окружающей среды на неравенство доходов. Исследователи обнаруживают, что неравенство доходов оказывает негативное влияние на выбросы углерода на душу населения.

Но существуют также и исследования, которые обнаруживают неоднозначное влияние неравенства на окружающую среду. Так, авторы [17] на основе моделей с фиксированными и случайными эффектами для наборов стран из разных регионов (Африка, Америка, Азия, Европа) обнаружили, что более высокий средний уровень неравенства в доходах приводит к увеличению среднего уровня выбросов в Африке и к более низкому уровню выбросов в Европе. То же самое обнаружили и авторы [18] в своём исследовании по странам БРИКС. Оценив ARDL модель, учёные пришли к выводу, что неравенство доходов приводит к увеличению выбросов в Китае, Индии и Бразилии, однако снижает уровень загрязнения окружающей среды в Южной Африке. Выявленный эффект для Бразилии, Индии и Китая сохраняется в долгосрочном периоде.

В статье [19] анализируется динамическая взаимосвязь между неравенством и выбросами углекислого газа в странах БРИКС. Так, учёные находят, что позитивное

изменение в неравенстве доходов в краткосрочном периоде оказывает положительное влияние на выбросы парниковых газов в России, Бразилии и Китае, тогда как негативное изменение неравенства доходов оказывает негативное влияние на изменение выбросов парниковых газов в Индии, Бразилии и России.

С точки зрения авторов, взаимосвязь между выбросами углерода и неравенством может меняться во времени в силу многих причин. На эту связь могут влиять государственное регулирование по защите окружающей среды, структурные изменения в экономике, появление новых экологически чистых технологий, урбанизация и даже информированность людей об изменениях климата. В результате требуется подход, позволяющий работать с нелинейностью, а параметрическая модель, которую зачастую использовали в предыдущих исследованиях, оказывается неподходящей. Таким образом, авторы выбрали нелинейную ARDL модель, поскольку она позволяла учесть изменение эффекта влияния неравенства на выбросы парниковых газов во времени и из-за того, что этот подход демонстрировал лучшие результаты на небольших наборах данных и лучше справлялся с проблемой эндогенности.

Их модель похожа на (1) и (2) и выглядит следующим образом:

$$CO_{2,t} = \alpha_0 + \alpha_1 INQ_t + \alpha_2 EG_t + \alpha_3 POV_t + \alpha_4 POP_t + \mu_t \quad (4)$$

где в левой части уравнения находится переменная $CO_{2,t}$, обозначающая выбросы парниковых газов;

INQ_t обозначает неравенство доходов;

EG_t – это экономический рост;

POV_t – это коэффициент бедности;

POP_t – это рост населения;

μ_t – это случайные ошибки модели.

Опираясь на гипотезу экологической кривой Кузнецца, авторы переписывают свою модель в терминах коррекции ошибок:

$$\begin{aligned} \Delta CO_{2,t} = & \gamma_1 + \sum_{p=1}^{n_1} \gamma_{1p} \Delta CO_{2,t-p} + \sum_{p=0}^{n_2} \gamma_{2p} \Delta INQ_{t-p} + \sum_{p=0}^{n_3} \gamma_{3p} \Delta EG_{t-p} + \\ & + \sum_{p=0}^{n_4} \gamma_{4p} \Delta POV_{t-p} + \sum_{p=0}^{n_5} \gamma_{5p} \Delta POP_{t-p} + \pi_1 CO_{2,t-1} + \pi_2 INQ_{t-1} + \pi_3 EG_{t-1} + \\ & + \pi_4 POV_{t-1} + \pi_5 POP_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (5)$$

Исследователи уточняют, что обычно в модели коррекции ошибок включаются случайные ошибки из уравнения (4). Но в данном случае авторы опираются на подход [20], который использовал обычный МНК для оценивания этого уравнения, а также проводят тесты на коинтеграцию, чтобы избежать неправильного оценивания модели. В таком случае оценка γ_{2p} будет являться краткосрочным влиянием неравенства доходов на загрязнения окружающей среды, а оценка π_2 нормализованная на π_1 будет отражать долгосрочный эффект от неравенства. Однако, при конструировании такого варианта модели, авторы предполагали, что положительные и отрицательные изменения в неравенстве оказывают симметричное воздействие на выбросы парниковых газов. Для того, чтобы учесть возможность ассиметричного влияния, авторы используют подход [21] и особым образом задают новую переменную ΔINQ – темп изменения неравенства доходов:

$$INQ^+ = \sum_{n=1}^t \Delta INQ^+ = \sum_{n=1}^t \max(\Delta INQ^+, 0) \quad (6)$$

$$INQ_t^- = \sum_{n=1}^t \Delta INQ_t^- = \sum_{n=1}^t \min(\Delta INQ^-, 0) \quad (7)$$

где INQ^+ отражает положительное изменение (увеличение) в неравенстве доходов; INQ_t^- – отрицательное (уменьшение).

Затем авторы делают замену в уравнении (5) и таким образом, переходят к нелинейной ARDL модели:

$$\begin{aligned} \Delta CO_{2,t} = & \gamma + \sum_{p=1}^{n_1} \gamma_{1p} \Delta CO_{2,t-p} + \sum_{p=0}^{n_2} \gamma_{2p} \Delta INQ^+_{t-p} + \sum_{p=0}^{n_3} \gamma_{3p} \Delta INQ^-_{t-p} + \\ & + \sum_{p=0}^{n_4} \gamma_{4p} \Delta EG_{t-p} + \sum_{p=0}^{n_5} \gamma_{5p} \Delta POV_{t-p} + \sum_{p=0}^{n_6} \gamma_{6p} \Delta POP_{t-p} + \pi_1 CO_{2,t-1} + \\ & + \pi_2 INQ^+_{t-1} + \pi_3 INQ^-_{t-1} + \pi_4 EG_{t-1} + \pi_5 POV_{t-1} + \pi_6 POP_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (8)$$

Это уравнение некоторые учёные называют ассиметричной ARDL моделью [21], [22] из-за того, как задаются положительное и отрицательное изменение в переменных, в то время как уравнение (5) обозначают симметричной моделью. В работе [19] указано, что такую модель можно оценить с помощью МНК. А анализируя коэффициенты при новых переменных в модели (8), можно сделать выводы о краткосрочных и долгосрочных ассиметричных эффектах изменения неравенства доходов на выбросы в окружающую среду.

Для своего исследования авторы использовали данные World Bank с 1992 по 2019 гг. по странам БРИКС, а именно Бразилии, России, Индии, Китаю и Южной Африке.

Зависимой переменной в исследовании являлись выбросы парниковых газов, которые измерялись с помощью выбросов углекислого газа в килотоннах. А в качестве меры неравенства доходов использовался индекс Джини.

Авторы получили смешанные результаты в зависимости от того, какую именно модель они использовали – симметричную или асимметричную. Обычная ARDL модель продемонстрировала, что неравенство доходов имеет значимое положительное влияние на выбросы парниковых газов в России, Китае и Южной Африке в краткосрочном и долгосрочном периодах.

Что касается NARDL модели, то в этом случае авторы выявили, что частичная сумма положительных изменений в неравенстве доходов снижает выбросы загрязняющих веществ во всех странах БРИКС, кроме Южной Африки в краткосрочной перспективе. А частичная сумма отрицательных изменений в неравенстве доходов приводит к увеличению выбросов углерода в Бразилии и России. Анализ долгосрочного влияния в такой модели показал, что увеличение неравенства доходов также приводит к стимулированию выбросов загрязняющих веществ.

В целом, учёные отмечают, что неравенство доходов может оказывать как положительное, так и отрицательное влияния на выбросы углерода в зависимости от страны. С одной стороны, неравенство доходов снижает доступность покупки экологически чистых продуктов и ограничивает использование энергоёмких товаров, что, в свою очередь, приводит к увеличению выбросов углерода в атмосферу. С другой стороны, рост уровня бедности снижает возможности приобретения товаров и услуг, что, в свою очередь, приводит к уменьшению производительности и может оказать положительный эффект на качество окружающей среды.

4. Российские исследования, анализирующие взаимосвязь между неравенством и выбросами

Существует также небольшое количество отечественных исследований, рассматривающих влияние неравенства доходов на выбросы в окружающую среду в России. Известно, что для регионов России характерно неравное распределение в разрезе экологической нагрузки, что отмечено в работах [23], [24]. В обоих исследованиях показано, что регионы России сильно дифференцированы как по уровню экономического развития, так и по уровню экологической нагрузки. Однако в этих работах не проводится эконометрический анализ влияния неравенства доходов на загрязнение окружающей среды. Вместо этого приводятся расчёты экономических показателей и сравнительный анализ регионов. Отмечается, что наибольшая экологическая нагрузка характерна для регионов с

развитой сырьевой промышленностью. В этих регионах наблюдается наибольшее количество выбросов.

В исследовании [25] приводится оценка влияния неравенства в распределении доходов на уровень загрязнения окружающей среды по регионам России. Автор использует панельные данные по 73 регионам России за период с 2004 по 2018 год. В качестве переменных интереса выбраны коэффициент Джини и коэффициент фондов. Зависимой переменной в этом исследовании являются выбросы парниковых газов. Она рассчитывается как отношение выбросов углекислого газа к численности населения отдельного региона.

Исследователь оценивает модель аналогично (2) с фиксированными и случайными эффектами, а также регрессию пула. Результаты исследования демонстрируют, что увеличение коэффициента Джини приводит к уменьшению выбросов парниковых газов, тогда как увеличение коэффициента фондов приводит к росту загрязнения. Однако поскольку автор не использует ARDL модели и не разбивает региона на подвыборки, то в данном исследовании отсутствуют выводы о краткосрочном и долгосрочном влиянии неравенства на загрязнение окружающей среды, а также отсутствуют выводы об отдельных регионах.

Оценку экологической кривой Кузнецца приводят также в исследовании [26]. Здесь авторы оценивают модель с коэффициентом Джини в правой части уравнения регрессии и набором из трёх зависимых переменных. Поскольку у авторов нет данных по выбросам углекислого газа, часто используемого в литературе, то они выбирают показатели выбросов оксида углерода, диоксида серы и диоксида азота. И так, оценив модели на основе панельных данных по 79 регионам Российской Федерации за период с 2000 по 2013 год, авторы обнаруживают, что для всех трёх зависимых переменных рост коэффициента Джини сопровождался уменьшением объёма выбросов. Авторы приводят две гипотезы, которые могут объяснить наблюдаемой феномен. С одной стороны, возможно, что регионы России находятся на восходящей ветви кривой Кузнецца, поэтому наблюдается такой эффект. В пользу этого говорит и то, что рыночная экономика в России характеризуется коротким периодом развития. С другой стороны, возможно, что из-за укрепления прав собственности у богатых экономических агентов появляются возможности больше вкладывать в производство и инвестировать в новые технологии, которые снижают выбросы в окружающую среду.

К такому же выводу о влиянии неравенства на загрязнение окружающей среды в российских регионах приходит и автор работы [27]. В данном исследовании рассматривалось 78 регионов (некоторые регионы, такие как Чеченская Республика и Республика Ингушетия исключались ввиду отсутствия данных по необходимым

индикаторам, а составные регионы объединялись и рассматривались совместно). Автор оценивал логарифмическую модель, как в предыдущем исследовании и использовал в качестве зависимой переменной выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников на душу населения. Также в модель включались ВРП на душу, индивидуальные эффекты регионов, потребление электроэнергии на душу населения, коэффициент Джини и его квадрат, доля обрабатывающих производств и доля добычи полезных ископаемых. Для оценки использовалась пространственная авторегрессионная модель (SAR — spatial autoregression) и модель с пространственной ошибкой (SEM — spatial error model). Таким образом, автор этой работы также обнаружил отрицательное влияние неравенства на загрязнение окружающей среды.

5. Заключение

Таким образом, взаимосвязь между неравенством доходов и загрязнением окружающей среды является в целом неоднозначной. Неравенство может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на выбросы парниковых газов. Это зависит от используемых методов оценки, и от рассматриваемых регионов или стран. Известно, что в бедных странах неравенство может оказывать положительное воздействие на окружающую среду, тогда как в богатых решение проблемы неравенства может способствовать снижению загрязнения. Таким образом, важно понимать, какое влияние неравенство может оказывать на выбросы загрязняющих веществ в России, что в том числе может позволить проводить дифференцированную региональную политику.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Boyce J. K. *Inequality and Environmental*. 2007. 314 pp.
2. Holtz-Eakin D., Selden T. M. *Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth // Journal of public economics*. 1995. Vol. 57. No. 1. pp. 85-101.
3. Ravallion M., Heil M., Jalan J. *Carbon emissions and income inequality // Oxford Economic Papers*. 2000. Vol. 52. No. 4. pp. 651-669.
4. Heil M. T., Selden T. M. *Carbon emissions and economic development: future trajectories based on historical experience // Environment and Development Economics*. 2001. Vol. 6. No. 1. pp. 63-83.
5. Zhang C., Zhao W. *Panel estimation for income inequality and CO2 emissions: A regional analysis in China // Applied energy*. 2014. Vol. 136. pp. 382-392.
6. Hao Y., Chen H., Zhang Q. *Will income inequality affect environmental quality? Analysis based on China's provincial panel data // Ecological indicators*. 2016. Vol. 67. pp. 533-542.

7. Golley J., Meng X. Income inequality and carbon dioxide emissions: The case of Chinese urban households // *Energy Economics*. 2012. Vol. 34. No. 6. pp. 1864-1872.
8. Yaguchi Y., Sonobe T., Otsuka K. Beyond the environmental Kuznets curve: a comparative study of SO₂ and CO₂ emissions between Japan and China // *Environment and Development Economics*. 2007. Vol. 12. No. 3. pp. 445-470.
9. Thomas V., Wang Y., Fan X. Measuring education inequality: Gini coefficients of education // *World Bank Publications*. 2001. Vol. 2525.
10. Baloch M. A., Khan S. U. D., Ulucak Z. Ş., Ahmad A. Analyzing the relationship between poverty, income inequality, and CO₂ emission in Sub-Saharan African countries // *Science of the Total Environment*. 2020. Vol. 740. P. 139867.
11. Driscoll J. C., Kraay A. C. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data // *Review of economics and statistics*. 1998. Vol. 80. No. 4. pp. 549-560.
12. Baek J., Gweisah G. Does income inequality harm the environment?: Empirical evidence from the United States // *Energy Policy*. 2013. Vol. 62. pp. 1434-1437.
13. Doğan N., Kirikkaleli D. Does gender equality in education matter for environmental sustainability in sub-Saharan Africa? // *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. No. 29. pp. 39853-39865.
14. Demir C, Cergibozan R, Gök A. Income inequality and CO₂ emissions: Empirical evidence from Turkey. // *Energy & Environment*. 2019. Vol. 30. No. 3. pp. 444–461.
15. Kasuga H., Takaya M. Does inequality affect environmental quality? Evidence from major Japanese cities // *Journal of cleaner production*. 2017. Vol. 142. pp. 3689-3701.
16. Heerink N., Mulatu A., Bulte E. Income inequality and the environment: aggregation bias in environmental Kuznets curves // *Ecological Economics*. 2001. Vol. 38. No. 3. pp. 359-367.
17. Coondoo D., Dinda S. Carbon dioxide emission and income: A temporal analysis of cross-country distributional patterns // *Ecological Economics*. 2008. Vol. 65. No. 2. pp. 375-385.
18. Mallick H., Padhan H., Mahalik M. K. Does skewed pattern of income distribution matter for the environmental quality? Evidence from selected BRICS economies with an application of Quantile-on-Quantile regression (QQR) approach // *Energy Policy*. 2019. Vol. 129. pp. 120-131.
19. Zhao W., Hafeez M., Maqbool A., Ullah S., Sohail S. Analysis of income inequality and environmental pollution in BRICS using fresh asymmetric approach // *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. pp. 51199-51209.
20. Pesaran M. H., Shin Y., Smith R. J. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships // *Journal of applied econometrics*. 2001. Vol. 16. No. 3. pp. 289-326.
21. Shin Y., Yu B., Greenwood-Nimmo M. Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework // *Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications*. 2014. pp. 281-314.

22. Ullah S., Ozturk I., Sohail S. The asymmetric effects of fiscal and monetary policy instruments on Pakistan's environmental pollution // *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. pp. 7450-7461.
23. Клевакина Е. А., Забелина И. А. Межрегиональное неравенство в России: экологический аспект // *Регион: экономика и социология*. 2012. No. 3. pp. 203-213.
24. Глазырина И. П., Забелина И. А. Социально-экологическое неравенство в Российской Федерации и проблемы его измерения // *Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки*. 2021. Vol. 14. No. 7. pp. 1047-1062.
25. Турканова С. В. Моделирование влияния неравенства в распределении доходов на выбросы углекислого газа в регионах России // *Российские регионы в фокусе перемен*. 2021. pp. 512-516.
26. Михалищев С., Раскина Ю. Экологическая кривая Кузнеца: случай России // *Финансы и бизнес*. 2016. Vol. 1. pp. 17-39.
27. Иванова В.. ВРП и загрязнение окружающей среды в регионах России: пространственноэконометрический анализ // *Квантиль*. 2019. No. 14. pp. 53–62.