

DOI: 10.34020/2073-6495-2020-4-047-056

УДК 338.1

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И СОСТОЯНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КРИВАЯ КУЗНЕЦА
ДЛЯ СТРАН ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ И БАЛТИИ**

Боброва И.П.

Новосибирский государственный университет
экономики и управления «НИНХ»

E-mail: bip99@mail.ru

Шахнович Р.М.

Сибирский университет потребительской кооперации

E-mail: ruvim_s@mail.ru

Проблема взаимозависимости экономического роста и состояния окружающей среды остается одной из дискуссионных в современной экономической науке как в теоретическом плане, так и в плане выработки практических рекомендаций для проведения экономической политики. Одним из наиболее перспективных подходов к изучению этой взаимосвязи является подход, основанный на идее «экологической кривой Кузнецца», предложенной Г. Гроссманом и А. Крюгером. Данная статья посвящена оценке экологической кривой Кузнецца для стран Восточной Европы и Балтии. Анализ основывается на данных, охватывающих 16 стран Восточной Европы и Балтии. Выбор этой группы стран в качестве объекта исследования определен тем, что эти страны сравнительно близки по своей институциональной структуре хозяйственного управления, нечасто становятся объектами исследований. Источниками данных являются World Bank Development Indicators и Европейский банк реконструкции и развития.

Ключевые слова: экономический рост, окружающая среда, экологическая кривая Кузнецца, экономическая политика, экология.

**ECONOMIC GROWTH AND THE ENVIRONMENT:
ECOLOGICAL KUZNETS CURVE
FOR EASTERN EUROPE AND BALTIC STATES**

Bobrova I.P.

Novosibirsk State University of Economics and Management

E-mail: bip99@mail.ru

Shakhnovich R.M.

Siberian University of Consumer Cooperatives

E-mail: ruvim_s@mail.ru

The issue of relation between economic growth and state of environment remains one of the debatable in modern economic science both in theory and in terms of making practical recommendations for carrying out economic policy. One of the most promising is the approach based on the idea of the environmental Kuznets curve, suggested by G. Grossman and A. Krueger. Our study is concerned with the assessment of the environmental

Kuznets curve for Eastern Europe and Baltic states. The analysis is based on the data covering 16 Eastern Europe and Baltic states. This country group was selected as the target of the research since these countries are relatively similar in their institutional structure of economic management and rarely form target of studies. World Bank Development Indicators and European Bank for Reconstruction and Development are data sources.

Keyword: economic growth, environment, environmental Kuznets curve, economic policy, ecology.

Введение. Несмотря на природные аномалии последних лет и даже практические меры, предпринимаемые для ограничения влияния изменения климата на экономическое развитие (подписание и ратификация почти всеми странами мира Киотского протокола и Парижского соглашения), проблема взаимозависимости экономического роста и состояния окружающей среды остается одной из дискуссионных в современной экономической науке как в теоретическом плане, так и в плане выработки практических рекомендаций для проведения экономической политики.

Одним из наиболее перспективных подходов к изучению этой взаимосвязи является подход, основанный на идее «экологической кривой Кузнецца», предложенной Г. Гроссманом и А. Крюгером [3].

В соответствии с данной гипотезой уровень загрязнения окружающей среды определяется экономическим ростом: первоначально, на этапе «индустриализации», состояние природной среды ухудшается, но после прохождения некоторой «точки перегиба» возросшее благосостояние экономических субъектов, с одной стороны, позволяет им предъявлять спрос на более высокий уровень состояния окружающей среды, а с другой – создает возможности для инвестиций в мероприятия по улучшению качества окружающей среды, что приводит к улучшению состояния окружающей среды.

Графически «экологическая кривая Кузнецца» может быть представлена как перевернутая U-образная кривая.

Наша работа посвящена оценке экологической кривой Кузнецца для стран Восточной Европы и Балтии. Выбор именно этой группы стран в качестве объекта исследования связан, во-первых, с тем, что эти страны не очень часто попадают в число исследуемых стран, во-вторых, с тем, что они сравнительно близки по своей институциональной структуре хозяйственного управления, что облегчает задачу исследования, избавляя от необходимости учитывать весьма разнообразные модели хозяйствования, и создает условия для получения более надежных результатов, снижая вероятность их искажения в связи с невключением в анализ какого-либо важного фактора.

Кроме того, все эти страны объединяет то, что они являются членами ЕС или кандидатами для вступления в эту интеграционную группировку.

Наш анализ основывается на данных, охватывающих 16 стран Восточной Европы и Балтии (Албания, Болгария, Босния и Герцеговина, Венгрия, Латвия, Литва, Македония, Польша, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Хорватия, Черногория, Чехия, Эстония) за период с 1995 по 2010 г. В качестве загрязнителя рассматривается двуокись углерода (CO_2).

Источниками данных являются World Bank Development Indicators и Европейский банк реконструкции и развития.

Теоретические обоснования экологической кривой Кузнеця. Существующие в литературе теоретические обоснования существования экологической кривой Кузнеця можно свести к следующим положениям [1]:

– рост доходов населения сопровождается ростом спроса на услуги и снижения потребления промышленных товаров, а следовательно, и природных ресурсов. Известно также, что при производстве услуг затрачивается меньше энергии и природных ресурсов, чем при производстве промышленных товаров. Поскольку общество при более высоком уровне доходов переключается на потребление продуктов третичного сектора производства, негативное воздействие на окружающую среду, связанное с промышленным производством, также уменьшается;

– эластичность спроса по доходу на такие блага, как чистый воздух, чистая вода, благоприятная окружающая среда, выше для потребителей с высоким уровнем доходов; для них эти блага становятся своеобразными «предметами роскоши». В стране в целом производство подобных «предметов роскоши» обеспечивается за счет более жестких экологических стандартов, высоких экологических налогов и других административных мер;

– научно-технический прогресс, сопровождающий экономическое развитие, в развитых странах способствует повышению эффективности использования энергии и природных ресурсов, т.е. такое же количество продукции производится уже при меньших затратах ресурсов, например, за счет повторной переработки;

– стремление к сохранению окружающей среды объективно присуще странам с высоким уровнем доходов населения.

С количественной точки зрения экологическая кривая Кузнеця может быть следствием эффекта масштаба, когда повышение эффективности производства становится непосредственным следствием роста масштабов производства.

Еще одним объяснением является вызванный различными причинами «пороговый эффект». В этом случае достижение некоторого порогового значения дохода создает возможности для снижения выбросов. Эти возможности могут непосредственно порождаться появлением новых технологий или изменениями в политике, например, возникновением специализированных органов контроля над уровнем загрязнений.

Наконец, экологическая кривая Кузнеця может объясняться возрастающей отдачей от снижения загрязнений. Здесь действует своеобразный эффект масштаба, аналогичный эффекту масштаба в производстве. Однако он относится к повышению эффективности снижения загрязнений вследствие роста масштабов деятельности по снижению загрязнений.

Эконометрическая модель. Наиболее простым из распространенных эконометрических представлений «экологической кривой Кузнеця» является следующее [4]:

$$y_{it} = a_i + b_t + c_1 x_{it} + c_2 x_{it}^2 + u_{it}, \quad (1)$$

где y – величина выбросов CO_2 на душу населения, x – величина дохода (ВВП) на душу населения, i и t – соответственно индексы страны и периода времени (года). Оба показателя могут быть использованы как в абсолютных величинах, так и в логарифмах.

Для подтверждения гипотезы о существовании «экологической кривой Кузнеця» необходимо, чтобы выполнялось следующее условие: коэффициенты c_1 и c_2 должны быть статистически значимы, коэффициент $c_1 > 0$, а коэффициент $c_2 < 0$.

Поворотная точка – величина дохода, по достижении которой будет происходить снижение загрязнений, т.е. уровня экологической деградации (если она существует), будет определяться как $-c_1/2c_2$ или в случае, если показатели были взяты в логарифмах, $\exp(-c_1/2c_2)$.

В этом случае экологическая кривая Кузнеця представляется в соответствии с теоретическими положениями как обратная U-образная кривая.

С учетом того что на величину выбросов CO_2 , помимо дохода, влияют и другие факторы, их включение в уравнение (1) может помочь объяснить как сам процесс смены восходящего участка экологической кривой Кузнеця (роста выбросов по мере роста дохода) нисходящим участком (снижение выбросов по мере роста дохода), так и различия в максимальных значениях выбросов, которые достигаются в разных странах.

В этом случае модель принимает вид:

$$y_{it} = a_i + b_i + c_1 x_{it} + c_2 x_{it}^2 + \sum c_{3k} E_{it}^k + \sum c_{4m} P_{it}^m + u_{it}, \quad (2)$$

где E_{it}^k – вектор переменных, характеризующих специфические черты экономики той или иной страны, к этой группе переменных относятся переменные, характеризующие масштаб экономики (объем ВВП и численность населения), интенсивность внешней торговли (соотношение суммы экспорта и импорта и ВВП), структуру экономики (доля промышленности в ВВП); P_{it}^m – вектор переменных, характеризующих особенности проводимой политики той или иной страны, к этой группе переменных относятся переменные, характеризующие политику экономических реформ и измеряемые индексами Европейского банка реконструкции и развития, и переменные, характеризующие экологическую политику (отношение страны к Киотскому протоколу).

В качестве дополнительного уравнения оцениваем уравнение вида:

$$e_{it} = a_i + b_i + c_1 x_{it} + \sum c_{3k} E_{it}^k + \sum c_{4m} P_{it}^m + u_{it}, \quad (3)$$

где e_{it} – величина душевого энергопотребления (в нефтяном эквиваленте). Это даст возможность выявить взаимозависимость между энергопотреблением и объемом ВВП, и, поскольку объем выбросов CO_2 в значительной степени определяется объемом используемой энергии, оценить необходимость значительного ограничения энергопотребления и, тем самым, сдерживания экономического роста при переходе к нисходящему участку экологической кривой Кузнеця.

Основные результаты. Мы провели расчеты и получили оценки нашей модели для периода 1995–2010 гг. (сбалансированная панель).

Проверку гипотезы о существовании экологической кривой Кузнеця мы проводим на основе модели, включающей в качестве зависимых переменных лишь ВВП на душу населения в логарифмах (в первой и второй степени).

В качестве метода оценки использована модель панельных данных с фиксированными эффектами.

Результаты расчетов, представленные в табл. 1, подтверждают гипотезу о существовании экологической кривой Кузнецца для рассматриваемой группы стран.

Таблица 1

Оценки экологической кривой Кузнецца

Переменная	Зависимая переменная – выбросы CO ₂ на душу населения
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС)	5,603*** (0,620)
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС) (в квадрате)	-0,283*** (0,033)
Константа	-25,906*** (2,875)
F тест	F = 76,328 Prob > F = 0,000
R ² within	0,4019
R ² between	0,1327
R ² overall	0,1529
Количество наблюдений	245
Поворотная точка (долл. США по ППС)	19951

Примечание. В табл. 1–6: все переменные в натуральных логарифмах, в скобках представлены стандартные ошибки, звездочками общепринятые обозначения значимости (* статистически значимо на 10%-м уровне; ** статистически значимо на 5%-м уровне; *** статистически значимо на 1%-м уровне).

Полученные результаты позволили подсчитать величину поворотной точки экологической кривой Кузнецца – той величины ВВП на душу населения, достижение которой знаменует переход к нисходящей части кривой: выбросы CO₂ на душу населения по мере роста ВВП на душу населения будут снижаться.

Для рассматриваемых стран значение величины поворотной точки составляет около 20 000 долл. США 2011 г. по ППС. Это позволяет сделать вывод, что многие страны этой группы, такие как Польша, Словакия, Эстония, Литва, Хорватия, Венгрия, Чехия, Словения, имевшие в 2010 г. ВВП на душу населения 20 000 долл. и более, уже достигли поворотной точки экологической кривой Кузнецца.

Анализ влияния отдельных факторов на величину выбросов CO₂ на душу населения, проведенный в рамках оценки общей модели экологической кривой Кузнецца, дает возможность оценить, до какого уровня может подняться величина выбросов CO₂ на душу населения по мере развития экономики и достижения поворотной точки. Одновременно на основании результатов такого анализа можно сделать выводы о возможности с помощью тех или иных мер экономической политики снизить величину выбросов.

Мы оценивали влияние трех групп факторов:

– во-первых, факторов, связанных с характеристиками самих экономик рассматриваемых стран; к этим факторам относим открытость экономики и уровень индустриального развития (долю промышленности в ВВП);

– во-вторых, факторов, связанных с проводимой экономической политикой; эти факторы включают показатели, характеризующие проводимые экономические реформы в различных сферах;

– факторы, связанные с проводимой государством политикой в сфере экологии, прежде всего, в отношении выбросов парниковых газов, что находит свое отражение в отношении страны к Киотскому протоколу.

Результаты анализа первой группы факторов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние уровня индустриального развития и открытости экономики на величину выбросов CO₂

Переменная	Зависимая переменная – выбросы CO ₂ на душу населения
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС)	5,305*** (0,662)
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС) (в квадрате)	-0,265*** (0,036)
Доля промышленности в ВВП	0,003 (0,004)
Внешнеторговая квота	-0,001 (0,001)
Константа	-24,712*** (3,023)
F тест	F = 38,50 Prob > F = 0,000
R ² within	0,4063
R ² between	0,1509
R ² overall	0,1700
Количество наблюдений	245

Влияние на выбросы CO₂ интенсивности международной торговли оказалось статистически незначимым. Это может объясняться тем, что существенную часть рассматриваемого периода занимал экономический спад, восстановление предреформенного уровня развития, а затем и новый кризис. В таких условиях крайне сложно осуществить перемещение эффективных технологий, что могло бы повлиять на объем выбросов CO₂¹.

В целом положительная связь между объемом выбросов CO₂ и долей промышленности в ВВП является косвенным индикатором существования экологической кривой Кузнецца: в современных условиях развитие экономики сопровождается ускоренным развитием сферы услуг и снижением доли промышленности в ВВП.

Оценки влияния таких факторов, характеризующих проводимую экономическую политику, как либерализация ценообразования, либерализация внешней торговли и валютной политики, реформирование небанковских финансовых институтов и либерализация рынка электроэнергии, подтверждают предположение о позитивном влиянии экономических реформ

¹ В работе [5] также не подтверждается статистически значимая связь между интенсивностью торговли и величиной выбросов CO₂.

на снижение выбросов. Экономические реформы должны содействовать повышению эффективности производства, в том числе и снижению затрат энергии. Особенно это относится к либерализации рынка электроэнергетики (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние инфраструктурных реформ (реформы рынка электроэнергетики)
на величину выбросов CO₂**

Переменная	Зависимая переменная – выбросы CO ₂ на душу населения
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС)	5,759*** (0,591)
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС) (в квадрате)	-0,279*** (0,032)
Реформирование инфраструктуры (рынка электроэнергетики) – индекс ЕБРР	-0,139*** (0,024)
Константа	-27,379*** (2,747)
<i>F</i> тест	<i>F</i> = 67,84 Prob > <i>F</i> = 0,000
<i>R</i> ² within	0,4772
<i>R</i> ² between	0,1856
<i>R</i> ² overall	0,1990
Количество наблюдений	242

В табл. 4, 5 представлена оценка влияния на величину выбросов CO₂ участия страны в Киотском протоколе. Следуя подходу, предложенному в [2], мы разделяем две формы участия страны: подписание протокола и его ратификация.

Таблица 4

Влияние на величину выбросов CO₂ подписанием страной Киотского протокола

Переменная	Зависимая переменная – выбросы CO ₂ на душу населения
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС)	5,516*** (0,619)
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС) (в квадрате)	-0,275*** (0,034)
Киотский протокол подписан	-0,058* (0,031)
Константа	-25,768*** (2,860)
<i>F</i> тест	<i>F</i> = 52,64 Prob > <i>F</i> = 0,000
<i>R</i> ² within	0,4113
<i>R</i> ² between	0,1391
<i>R</i> ² overall	0,1597
Количество наблюдений	245

Таблица 5

**Влияние на величину выбросов CO₂ ратификации страной
Киотского протокола**

Переменная	Зависимая переменная – выбросы CO ₂ на душу населения
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС)	5,497*** (0,648)
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС) (в квадрате)	-0,276*** (0,036)
Киотский протокол ратифицирован	-0,020 (0,034)
Константа	-25,548*** (2,946)
<i>F</i> тест	<i>F</i> = 50,81 Prob > <i>F</i> = 0,000
<i>R</i> ² within	0,4028
<i>R</i> ² between	0,1394
<i>R</i> ² overall	0,1594
Количество наблюдений	245

Эти результаты показывают: и подписание, и ратификация Киотского протокола соответствуют более низкому уровню выбросов, при этом влияние на выбросы CO₂ подписания Киотского протокола оказывается более существенным, нежели его ратификация. Представляется, что этот результат можно интерпретировать как то, что уже принимая решение о подписании Киотского протокола, власти осознают необходимость сокращения выбросов и предпринимают какие-то действия в этом направлении, не дожидаясь ратификации. Однако различие оказывается не очень существенным, поскольку к концу рассматриваемого периода все страны, включенные в выборку, подписали и ратифицировали Киотский протокол.

Наконец, на последнем этапе оценивается связь между уровнем энергопотребления на душу населения и величиной ВВП на душу населения. Результаты оценки приведены в табл. 6.

Вывод, что увеличение ВВП сопровождается ростом энергопотребления, не является неожиданным: по нашим данным, в целом рост ВВП на душу населения на 1 % означает рост душевого энергопотребления на 0,4–0,5 %. В сочетании с тем, что гипотеза о существовании экологической кривой Кузнецца подтверждается, это является признаком, что снижение выбросов CO₂ или, по крайней мере, снижение темпов их роста связано не со сдерживанием энергопотребления, а с более эффективными (с точки зрения снижения выбросов CO₂) технологиями сжигания топлива или с использованием видов топлива с меньшими выбросами.

Таким образом, на современном этапе для стран Восточной Европы и Балтии, приближающихся к поворотной точке экологической кривой Кузнецца, нет необходимости жестко ограничивать экономический рост, сдерживая энергопотребление, но существует возможность снижать выбросы CO₂ за счет совершенствования технологий.

Таблица 6

Влияние экономического развития на энергопотребление

Переменная	Зависимая переменная – энергопотребление (в нефтяном эквиваленте) на душу населения
ВВП на душу населения (в постоянных ценах по ППС)	0,450*** (0,041)
Доля промышленности в ВВП	-0,0046 (0,0029)
Реформирование инфраструктуры (рынка электроэнергии) – индекс ЕБРР	-0,082*** (0,018)
Константа	3,786*** (0,362)
<i>F</i> тест	<i>F</i> = 51,16 Prob > <i>F</i> = 0,000
<i>R</i> ² within	0,3961
<i>R</i> ² between	0,4198
<i>R</i> ² overall	0,4041
Количество наблюдений	253

Выводы. Гипотеза экологической кривой Кузнецца поддерживается для стран Восточной и Европы и Балтии.

Рассчитанная величина точки поворота (около 20 000 долл. США 2011 г. по ППС) показывает, что страны с переходной экономикой, имеющие наиболее высокий уровень дохода, соответствуют нисходящей части экологической кривой Кузнецца.

Из факторов, характеризующих развитие экономики, наибольшее влияние на размер выбросов оказывает доля промышленности в ВВП.

Реформирование экономики и особенно реформирование рынка электроэнергии являются факторами, положительно (в сторону снижения) влияющими на объем выбросов CO₂.

Участие страны в Киотском протоколе в любой форме (подписание и ратификация) приводит к снижению выбросов парниковых газов.

Характер связи ВВП и уровня энергопотребления не подтверждает часто высказываемые опасения о необходимости для снижения выбросов CO₂ резкого ограничения энергопотребления и торможения экономического роста.

Литература

1. Brock W., Taylor M.S. Economic growth and the environment: a review of theory and empirics // The Handbook of Economic Growth / ed. by S. Durlauf, P. Aghion. Amsterdam, North Holland: Elsevier Science B.V., 2006.
2. Chousa J., Tamazian A., Vadlamannati K.C. Rapid Economic Growth at the Cost of Environment Degradation? – Panel Data Evidence from BRIC Economies. William Davidson Institute. Working Paper. № 908. February 2008.
3. Grossman G., Krueger A.B. Economic Growth and the Environment // Quarterly Journal of Economics. 1995. Vol. 112. P. 353–377.

4. *Holtz-Eakin D., Selden T.M.* Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth // *Journal of Public Economics*. 1995. Vol. 57. P. 85–101.
5. *Managi S.* Pollution, natural resource and economic growth: an econometric analysis // *Int. J. Global Environmental Issues*. 2006. Vol. 6. № 1. P. 73–88.

Bibliography

1. *Brock W., Taylor M.S.* Economic growth and the environment: a review of theory and empirics // *The Handbook of Economic Growth* / ed. by S. Durlauf, P. Aghion. Amsterdam, North Holland: Elsevier Science B.V., 2006.
2. *Chousa J., Tamazian A., Vadlamannati K.C.* Rapid Economic Growth at the Cost of Environment Degradation? – Panel Data Evidence from BRIC Economies. William Davidson Institute. Working Paper. № 908. February 2008.
3. *Grossman G., Krueger A.B.* Economic Growth and the Environment // *Quarterly Journal of Economics*. 1995. Vol. 112. P. 353–377.
4. *Holtz-Eakin D., Selden T.M.* Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth // *Journal of Public Economics*. 1995. Vol. 57. P. 85–101.
5. *Managi S.* Pollution, natural resource and economic growth: an econometric analysis // *Int. J. Global Environmental Issues*. 2006. Vol. 6. № 1. P. 73–88.