

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ КВАНТИЛЬНОЙ КРИВОЙ КУЗНЕЦА

Статья посвящена эмпирической проверке гипотезы экологической кривой Кузнецца на внутрирегиональном уровне (в разрезе муниципальных образований Оренбургской области).

Информационная база исследования представлена официальными статистическими данными Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области об общем объеме выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (по районам Оренбургской области) и о величине валового регионального продукта Оренбургской области за период 2000–2012 гг. Проблема отсутствия статистических данных о валовом продукте в разрезе муниципальных образований решается за счет использования оценок валового муниципального продукта по методике Глобальной городской обсерватории, действующей в рамках Программы ООН по населенным пунктам. Автором впервые предлагается рассмотреть модель экологической кривой Кузнецца как модель квантильной регрессии для получения более полного представления об исследуемой зависимости и учета существенной дифференциации районов по уровню загрязнения.

По результатам оценивания сделан вывод, что в рассматриваемом периоде гипотеза не противоречит выборочным данным только для квантилей небольшого уровня, то есть ситуаций, когда резульативная переменная принимает сравнительно небольшие значения. Только в тех районах Оренбургской области, где объем загрязнений атмосферы выбросами от стационарных источников небольшой, по мере экономического роста можно ожидать снижения загрязнения окружающей среды. В районах же с высокими объемами выбросов гипотеза экологической кривой Кузнецца не подтверждается. Полученные результаты существенным образом меняют представление о справедливости гипотезы экологической кривой Кузнецца для Оренбургской области «в среднем».

Ключевые слова: экологическая кривая Кузнецца, эколого-экономическое взаимодействие, загрязнение окружающей среды, квантильная регрессия, панельные данные.

Одним из актуальных вопросов при моделировании эколого-экономического взаимодействия является вопрос связи экономического развития с загрязнением окружающей среды. Очевидно, что в индустриальном обществе экономический рост, тесно связанный с развитием промышленности, будет приводить к увеличению нагрузки на окружающую среду, и связь будет линейной. Однако с переходом к постиндустриальному обществу возможна ситуация, когда дополнительные ресурсы, получаемые от экономического роста, будут направляться на защиту окружающей среды, внедрение ресурсосберегающих технологий и т. д. Формализация данного предположения находит отражение в гипотезе о существовании экологической кривой Кузнецца (ЭКК), представляющей собой U-образную зависимость между показателями уровня экономического развития и загрязнения окружающей среды.

Базовая модель для проверки гипотезы ЭКК (1):

$$\ln(E/P)_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \ln(GDP/P)_{it} + \beta_2 (\ln(GDP/P)_{it})^2 + v_{it} \quad (1)$$

где  $E$  – эмиссия загрязняющих веществ,  $P$  – численность населения,  $GDP$  – валовой национальный продукт,  $i, t$  – индексы, обозначающие объект и период времени,  $\alpha_i$  и  $\gamma_t$  – индивидуальный и временной эффекты,  $v_{it}$  – остаточная компонента.

Формулировка ЭКК в форме (1) позволяет описать только средний эффект влияния валового продукта на эмиссию загрязняющих веществ. Нами предлагается рассмотреть ЭКК в форме модели квантильной регрессии [1, с. 38], что позволит получить более полное представление об исследуемой зависимости, учесть неоднородность районов, получить оценки, устойчивые к выбросам и отклонениям от нормальности. При этом оценки квантильной регрессии по панельным данным для модели с фиксированными эффектами можно получить с помощью двухшаговой процедуры, предложенной в [2, с. 373].

Информационной базой исследования выступали официальные данные о социально-экономическом положении, а также об объемах выбросов от стационарных источников в районах Оренбургской области за 2000–2012 годы (строго сбалансированная панель). Обработка

данных производилась в Stata. Для оценки величины валового муниципального продукта каждого района использовался метод, описанный в [3, с. 94]. Результаты представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

С увеличением уровня квантили уменьшается оценка псевдо-коэффициента детерминации, в определенной степени характеризующего то, насколько хорошо модель описывает данные. Так, для квантили уровня 0,1 псевдо-коэффициент детерминации составил 0,17, в то время как для квантилей уровней 0,7–0,9 он составляет только 0,06–0,08.

Только для квантилей уровня меньших 0,6 включительно оценки коэффициентов модели значимы на 5%-ном уровне значимости и их знаки не противоречат гипотезе ЭКК: оценка коэффициента  $\beta_1$  положительна, оценка коэффи-

циента  $\beta_2$  отрицательна. Для квантилей уровня 0,7 и 0,8 оценки обоих коэффициентов согласуются с гипотезой ЭКК, однако на 5%-ном уровне значимости они незначимы. Для квантилей более высоких уровней коэффициенты незначимы. Таким образом, о справедливости гипотезы ЭКК можно говорить только для квантилей небольшого уровня, то есть ситуаций, когда резульативная переменная (логарифм объема выбросов загрязняющих веществ) принимает сравнительно небольшие значения.

То есть только в тех районах Оренбургской области, где объем загрязнений атмосферы выбросами от стационарных источников небольшой, по мере экономического роста можно ожидать снижения загрязнения окружающей среды. В районах же с высокими объемами выбросов гипотеза ЭКК не работает.

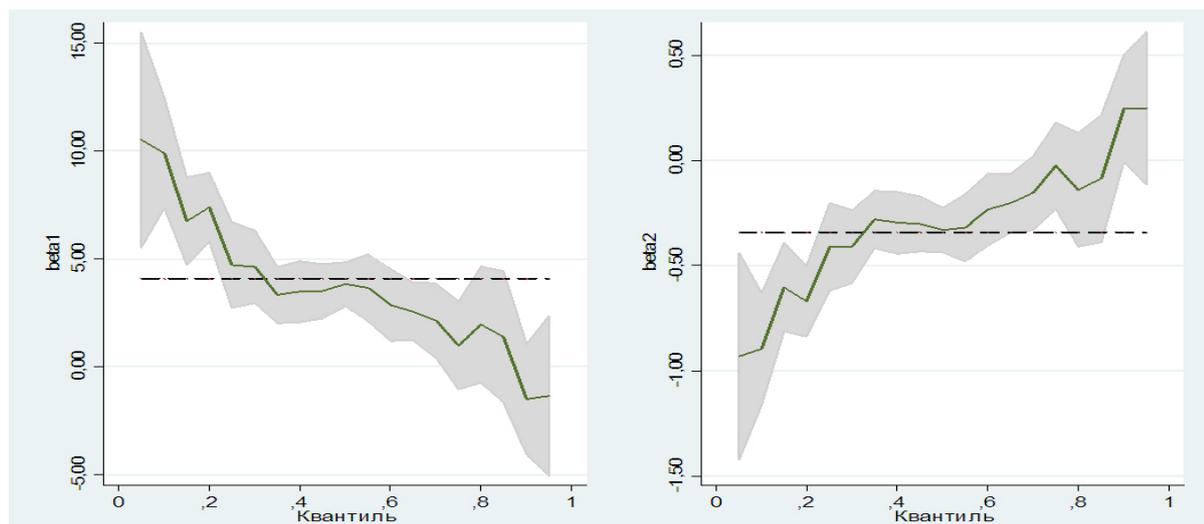


Рисунок 1. Графики зависимости от уровня квантили оценок и доверительных интервалов коэффициентов модели ЭКК  $\beta_1$  (слева) и  $\beta_2$  (справа)

Таблица 1 – Результаты оценивания параметров ЭКК в форме квантильной регрессии по панельным данным

Уровень квантили	$\beta_1$			$\beta_2$			псевдо-R2
	оценка	станд. ошибка	р-знач.	оценка	станд. ошибка	р-знач.	
0,1	9,906	1,303	0,000	-0,896	0,136	0,000	0,173
0,2	7,388	0,815	0,000	-0,669	0,085	0,000	0,120
0,3	4,621	0,856	0,000	-0,409	0,088	0,000	0,100
0,4	3,470	0,716	0,000	-0,296	0,075	0,000	0,101
0,5	3,818	0,525	0,000	-0,331	0,054	0,000	0,098
0,6	2,859	0,849	0,001	-0,234	0,087	0,008	0,080
0,7	2,132	0,884	0,016	-0,154	0,090	0,087	0,071
0,8	1,947	1,372	0,157	-0,140	0,138	0,313	0,055
0,9	-1,499	1,308	0,252	0,247	0,130	0,058	0,079
0,95	-1,354	1,890	0,474	0,248	0,185	0,182	0,125

Полученные результаты существенным образом меняют представление о справедливости ЭКК для Оренбургской области «в среднем».

Несостоятельность в рассматриваемом периоде гипотезы ЭКК для верхних квантилей означает, что на данном этапе развития в основе

механизма обеспечения устойчивого развития не может быть положен принцип саморегуляции и самоорганизации экономических агентов, улучшение экологической обстановки может быть достигнуто в основном в результате активной природоохранной политики и соответствующего законодательства.

15.09.2015

---

**Список литературы:**

1. Koenker R., Bassett G.Jr. Regression quantiles //Econometrica. –1978. – V.46. – №1. – P. 33–50.
2. Canay I. A. A simple approach to quantile regression for panel data // Econometrics Journal. – 2011. – V. 14. – P. 368–386.
3. Шевандрин А.В. Оценка социально-экономического развития муниципальных районов Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экон. Экол.– 2012. – №2 (21) – С. 92-100

**Сведения об авторе:**

**Седова Екатерина Николаевна**, доцент кафедры математических методов и моделей в экономике факультета экономики и управления Оренбургского государственного университета, кандидат экономических наук, доцент по специальности 08.00.13  
460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, ауд. 6016, тел.: (3532) 372-444, e-mail: pallada78@mail.ru