

УДК 332.142.6

ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ¹

П. В. Дружинин, Г. Т. Шкиперова

Институт экономики Карельского научного центра РАН

В статье исследуется влияние развития экономики на окружающую среду. Анализируются развитие российских регионов и проверяется их соответствие экологической кривой Кузнецца (ЭКК). Показано, что группа регионов с высокой долей добывающего сектора, имеющая высокий уровень валового регионального продукта (ВРП) на душу населения и воздействия на окружающую среду, существенно смещает оценки параметров. В то же время динамика части регионов в 2000-е гг. соответствует экологической кривой Кузнецца. Для РФ и Республики Карелия (РК) проведено исследование взаимосвязи экономических и экологических показателей и построены модели, описывающие это взаимодействие. Показано влияние модернизации на динамику экологических показателей. Выявлены причины снижения выбросов в атмосферу для РК и их роста для РФ в 2000-е гг.

К л ю ч е в ы е с л о в а : модель, экономика, экологическая кривая Кузнецца, валовой региональный продукт, инвестиции, модернизация, выбросы в атмосферу.

P. V. Druzhinin, G. T. Shkiperova. IMPACT OF ECONOMIC DEVELOPMENT ON THE ENVIRONMENT

The impact of economic development on the environment is researched. The development of Russian regions is analyzed and their compliance with the environmental Kuznets curve is verified. It is shown that the group of regions with high share of the mining sector, which have high per capita gross regional product and environmental impact, significantly shifts the parameter estimates. At the same time, the dynamics of certain regions in the 2000s corresponds to the environmental Kuznets curve. The relationship between economic and environmental indicators is investigated for the Russian Federation and for Republic of Karelia, and models are developed that describe this interaction. The impact of modernization on the dynamics of environmental indices is showed. The causes behind the reduction of emissions into the air in Karelia and their rise in Russia at large in the 2000s are identified.

Key words: model, economy, environmental Kuznets curve, gross regional product, investment, modernization, air emissions.

Развитие экономики, реализация инвестиционных проектов оказывает неоднозначное влияние на состояние окружающей среды, при определенных условиях рост валового

внутреннего продукта (ВВП) может приводить к снижению выбросов загрязняющих веществ. Поэтому построение специальных моделей и анализ факторов, влияющих на раз-

¹ Исследования финансируются РФФИ, проект № 11-06-00227а и РГНФ, проект № 12-32-06001а.

личные виды загрязнений, становится все актуальнее.

Была выдвинута гипотеза, что ЭКК, которая представляет перевернутую U-образную кривую, хорошо описывает воздействие экономики на окружающую среду (рис. 1). Фактически предполагается, что с ростом ВВП на душу населения до определенного уровня объем загрязнений на душу населения растет, а затем снижается под воздействием структурных сдвигов и модернизации.

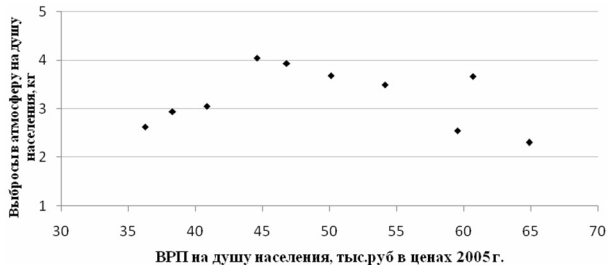


Рис. 1. Изменение выбросов в атмосферу на душу населения Брянской области в 2000–2009 гг. в зависимости от роста ВВП

Для проверки этой гипотезы рассматривались данные по странам или регионам за различные периоды с 1948 г., проводились расчеты по панельным данным, временным рядам для отдельных стран или регионов и за один год для набора стран или регионов [Bai et al., 1992; Grossman, Krueger, 1995]. Изучались различные виды загрязнений, но поскольку наиболее актуальным для развитых стран является анализ изменений климата, то большинство работ посвящено выбросам CO_2 . Существенно меньше работ исследовало влияние экономики на выбросы не оказывающих глобального влияния твердых веществ и некоторых газов (CO , SO_2 и др.).

В большинстве работ рассматривались достаточно простые кривые для анализа данных, обычно использовались полиномы второй и третьей степени относительно ВВП, часто с включением дополнительных факторов:

$$Z = A + B_1 \times Y + B_2 \times Y^2 + C \times X \quad (1)$$

$$Z = A + B_1 \times Y + B_2 \times Y^2 + B_3 \times Y^3 + C \times X, \quad (2)$$

где Z – загрязнения (исследуемый экологический показатель), Y – показатель, характеризующий степень развития экономики, X – дополнительный фактор (иногда их несколько), A , B_1 , B_2 , B_3 и C – константы [Bai et al., 1992]. В первом случае предполагается, что при $B_2 < 0$ существует максимум загрязнений, после достижения которого при дальнейшем росте эко-

номики они будут снижаться. Во втором случае предполагается, что данное снижение будет непродолжительным, и при $B_3 > 0$ загрязнения снова будут возрастать (N-образная кривая). Поскольку полиномы дают очень грубый качественный результат, ведь при дальнейшем росте ВВП прирост загрязнений ускоряется, что противоречит здравому смыслу и полиномы нельзя использовать для прогнозирования (загрязнения не могут быть отрицательными), то использовались также и более сложные функции, построенные на основе функции Вейбулла или подобные следующей:

$$Z = A + \frac{B}{Y^2 - Y + 1}.$$

Гипотеза существования ЭКК не всегда находила подтверждение, исследования часто приводили к тому, что зависимость описывалась функцией без наличия максимума (например, логарифмическая функция) или не удавалось оценить положение максимума с приемлемой точностью [Gürlük, 2009; Kearsley, Riddel, 2010]. Для некоторых видов загрязнений (сточные воды, CO , SO_2) исследования чаще приводили к подтверждению гипотезы существования ЭКК, для других (CO_2) однозначный ответ отсутствует, в отдельных случаях зависимость определяется кубической функцией или логарифмической. В работе [He, Richard, 2010] на временных данных Канады было выявлено, что зависимость есть, но она более сложная, и даже с учетом дополнительных факторов рост выбросов в модели возобновляется с определенной величины доходов.

Надо также отметить, что, возможно, эффект существования ЭКК проявляется менее ярко в последние годы, максимум постепенно размывается [Auci, Vecchetti, 2006], кроме того, отдельные исследования привели к выводу, что эффект существования ЭКК наблюдается для развитых стран и практически отсутствует для развивающихся [Galeotti et al., 2006].

Развитие экономики является основным, но не единственным фактором. Среди множества других факторов, влияние которых исследовалось, надо, прежде всего, выделить долю промышленности, долю экспорта и импорта и влияние внешних шоков. Важным фактором является открытость экономики, поскольку ЭКК в определенной степени объясняется переносом производств, значительно влияющих на окружающую среду, из развитых стран в развивающиеся. Надо отметить, что данный фактор присутствует и для регионов, но в меньшей степени. В развитых странах более жесткие экологические ограничения выталки-

вают подобные производства в развивающиеся страны, межрегиональный перенос обычно связан с экономическими факторами (меньшие расходы на рабочую силу и недвижимость в слаборазвитых регионах). Соответственно рост дифференциации регионов по уровню экономического развития и снижение в РФ административных барьеров для бизнеса будут способствовать более активному переносу предприятий и, возможно, приближению к ЭКК по кросс-секшн, и для развитых регионов – по временным рядам.

Используя индекс Дивизиа, можно доказать, что изменение загрязнений зависит от изменения объемов производства, структурных сдвигов и технологических изменений, причем последнее часто является определяющим. Исследования панельных данных по китайским регионам [He, 2010] показали, что за счет изменения технологий выбросы SO_2 выросли менее чем на 30 % при увеличении объемов производства в 2,5 раза. Для Испании модернизация в разной степени компенсировала рост масштабов производства, а для выбросов SO_2 – полностью [Rosa, Serrano, 2007]. В работе [Müller-Fürstenberger, Wagner, 2007] была построена аналитическая модель, показывающая, что именно технический прогресс дает эффект снижения выбросов с развитием экономики, что приводит к появлению ЭКК.

ЭКК отражает не только процесс модернизации, но и изменение структуры экономики, которое было значительным в большинстве российских регионов и оказало существенно большее влияние, чем в других странах [Дружинин и др., 2010]. Бурный рост сферы услуг и сокращение доли промышленности, являющейся основным загрязнителем, обеспечили значительную часть снижения нагрузки на окружающую среду в РФ.

Во многих работах было показано, что объяснить изменение выбросов только за счет роста доходов невозможно, существуют структурные и технологические различия, разный уровень цен на топливо и в энергетике. Исследования [Fried, Getzner, 2003] выявили, что форма зависимости загрязнений от ВРП может быть разной и определяется особенностями страны, технологическим прогрессом, активностью структурных сдвигов и воздействием внешних шоков. Расчеты, проведенные в работе [Lantz, Feng, 2006], привели к выводу, что для канадских регионов зависимость загрязнений от ВРП отсутствует, но есть зависимость от численности населения и технологий, а также доли индустрии,

доли экспорта, доли импорта, цены сырой нефти и других факторов.

Для исследования влияния отдельных факторов на динамику загрязнений предлагалось множество моделей, из которых надо выделить модели STIRPAT, IPAT [Dietz, Rosa, 1994, 1997; Cramer, 1998; Cole, Neumayer, 2004]. Эволюция используемых моделей от полученной из тождества IPAT привела к модели STIRPAT, которая позволяет оценивать степень влияния различных факторов на уровень загрязнений:

$$Z = A \times N^\alpha \times Y^\beta \times T^\gamma, \quad (3)$$

где N – численность населения, T – технологический уровень, α , β , γ – константы.

Исходя из данной эволюции, можно сделать следующий шаг и предложить для анализа динамики загрязнений функцию, аналогичную производственной функции, имеющую ясный эколого-экономический смысл.

Методология. Для исследования эколого-экономических процессов в РФ и ее регионах предлагается подход, в значительной степени основанный на работах Ю. П. Иванилова по теории производственных функций. Разработанные в рамках данного подхода модели позволяют анализировать влияние различных факторов, включая динамику инвестиций, что дает возможность исследовать пути управления эколого-экономическими процессами, возможности изменения сложившихся тенденций. Используемые показатели несколько отличаются от принятых в других странах, что связано с отличиями статистической отчетности.

Основное достоинство предлагаемых двухфакторных функций загрязнения (4) и трехфакторных экологических инвестиционных функций (5), связывающих экономические и экологические показатели, состоит в том, что они позволяют исследовать динамику экологической эффективности инвестиций, анализировать влияние изменения структуры инвестиций и экономики и учесть возможность компенсации одного фактора другим [Дружинин и др., 2010]:

$$Z(t) = F(U_1(t), U_2(t), t), \quad (4)$$

$$Z(t) = F(U_1(t), U_2(t), U_3(t), t), \quad (5)$$

где $U_1(t)$ – фактор, отражающий развитие экономики и, как правило, отрицательно влияющий на окружающую среду (инвестиции в экономику, инвестиции в новое строительство, ВРП и другие показатели); $U_2(t)$ – фактор, отражающий природоохранную деятельность и положительно влияющий на окружающую среду (инвестиции в охрану окружающей среды, текущие затраты на охрану окружающей среды и

другие показатели); $U_3(t)$ – фактор, отражающий изменение действующих производств и, как правило, положительно влияющий на окружающую среду (инвестиции в модернизацию производства и другие показатели); t – год.

Для выявления влияния других факторов вводится понятие нейтрального экологического прогресса, который связан с изменением уровня загрязнения, не зависящим от исследуемых факторов. Основное влияние на нейтральный экологический прогресс оказывают структурные сдвиги и технологические изменения в отдельных секторах экономики. Изменение параметров уравнений для построения сценарных условий обычно определяется через динамику факторных эластичностей и нейтрального экологического прогресса, который вводится через зависимость от времени $A(t) = \exp(\rho \times t)$, где ρ – темп нейтрального экологического прогресса, или интенсивность модернизации производства [Дружинин и др., 2010].

Расчеты проводились и по сложным функциям с меняющимися факторными эластичностями, и по относительно простым, например, по мультипликативной функции, аналогу производственной функции Кобба-Дугласа, иногда с учетом нейтрального экологического прогресса ρ , который обычно имеет отрицательное значение. Развитие экономики в основном ведет к количественному росту, большинство проектов оказывает чаще отрицательное воздействие, создание новых производств увеличивает в той или иной степени нагрузку на окружающую среду. В то же время модернизация действующих производств, переход к новым технологиям, инновационные проекты, перефилирование производства могут оказать положительное воздействие и существенно снизить нагрузку на окружающую среду.

В некоторых случаях строились функции, где в качестве зависимой переменной рассматривался прирост или темп прироста загрязнений, что позволяло использовать в качестве факторов объем инвестиций за год или за несколько лет, чтобы учесть лаг строительства. Тогда аналогом для мультипликативной функции будет следующая:

$$Z(t) / Z(t-1) = A(t) \times U_1^\mu(t) \times U_2^{-\eta}(t) \times U_3^\gamma(t), \quad (6)$$

где $U_1(t)$, $U_2(t)$, $U_3(t)$ – инвестиции соответственно в новое строительство, природоохранную деятельность и модернизацию за год t или их сумма за два года t и $t-1$. Надо отметить, что статистические характеристики в данном случае обычно оказывались хуже, чем при расчетах по абсолютным данным.

Данные. В исследованиях в качестве факторов использовались следующие показатели – ВРП и его структура, инвестиции в основной капитал и их структура, инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов и их структура, и другие. Расчеты проводились по РФ, Республике Карелия и другим регионам. Основные проблемы связаны с мультиколлинеарностью, коротким рядом данных и частой сменой методик органами государственной статистики. Также особенностью региональных данных является то, что инвестиции достаточно сильно колеблются. В отдельные годы инвестиции в охрану атмосферного воздуха увеличивались в 4–5 раз или падали в 2–3 раза, а в 2009 г. в Карелии они превышали уровень 1990 г. в 145 раз. Объем водоохранных инвестиций в 2009 г. составлял лишь 13 % к уровню 1990 г.

Получить достоверный результат удавалось лишь после детального и тщательного анализа данных. В Карелии наибольшее воздействие на окружающую среду оказывают предприятия целлюлозно-бумажной промышленности и металлургии, такие как ОАО «Карельский окатыш», ОАО «Кондопога», ОАО «Сегежский ЦБК», ОАО «ЦЗ Питкяранта» и Надвоицкий алюминиевый завод, которые активно занимались модернизацией. На ОАО «Карельский окатыш» выбросы сернистого ангидрида к уровню 1990 г. сократились в два раза, модернизация обжиговых машин позволила сократить выбросы азота и серы. Начавшаяся в Надвоицах модернизация позволила сократить суммарные выбросы вредных веществ, а содержание фтора в воде стало в пределах нормы. В ОАО «Кондопога» доля повторного и оборотного использования воды выросла на треть и достигла 86 %, выбросы диоксида серы уменьшились и составили 36 % к уровню 1990 г. Модернизация на ОАО «Сегежский ЦБК» и ОАО «ЦЗ Питкяранта» позволила уменьшить выбросы в атмосферу и улучшить очистку воды [Дружинин и др., 2010].

Объем выбросов практически непрерывно снижается, составив в 2009 г. 35 % к уровню 1990 г. Если до 1998 г. тенденция понятна – при снижении ВРП более чем в два раза почти также уменьшились и выбросы, то после девальвации рубля начавшийся экономический рост вскоре стал сопровождаться снижением выбросов в атмосферу. Значит, природоохранные мероприятия, модернизация оборудования и структурные сдвиги в экономике способствовали улучшению экологической ситуации. При использовании двухфакторной функции загрязнения нужно выделять два подпериода, описывае-

мые разными функциями, или вводить дополнительный параметр – нейтральный экологический прогресс, а для трехфакторных экологических инвестиционных функций необходимо вводить специальные переменные, чтобы учесть то, что вложения в модернизацию стали приносить результат только в 2000-х гг. Проведенные расчеты подтвердили данное предположение.

Сброс загрязненных сточных вод в РК не имел определенной тенденции в последние 20 лет и снизился не столь значительно. С падением ВРП вдвое он уменьшается лишь на 36 % к 1996 г., а потом даже немного возрастает, несмотря на продолжающееся падение ВРП. Затем при росте ВРП сброс сточных вод увеличивается примерно на 20 %. Зависимость сброса сточных вод от ВРП достаточно хорошо описывается однофакторной функцией, отклонения от которой невелики, значит, влияние природоохранных инвестиций и модернизации незначительно.

Экологическая кривая Кузнеця российских регионов. Большинство исследований по ЭКК посвящено уровню государств, и небольшая часть рассматривает регионы. Соответственно анализируется влияние несколько иных факторов. В 1990-х гг. во всех регионах наблюдался экономический спад, который сопровождался и снижением нагрузки на окружающую среду в большинстве регионов [Дружинин, 1998; Рюмина, 2000; Глазырина, 2006; Курило и др., 2007]. Подобное поведение показателей было и в высокоразвитых, и в слаборазвитых регионах, поэтому панельные данные и временные ряды не описываются ЭКК, можно рассматривать только кросс-секшн. И для отдельного региона график за последние 20 лет имеет достаточно специфический вид, совсем не похожий на ЭКК [Дружинин и др., 2010].

С 1999 г. начался экономический рост. В некоторых регионах он сопровождался ростом воздействия на окружающую среду, в некоторых – снижением. Например, в 30 российских регионах рост экономики привел и к росту вы-

бросов в атмосферу, в 28 регионах выбросы снижались, и в 16 они немного соответствовали гипотезе ЭКК. И это лишь частично связано с уровнем экономического развития региона.

Часть высокоразвитых с точки зрения ВРП на душу населения регионов в РФ – это регионы с высокой долей добывающих производств и металлургии (в меньшей степени – ЦБП). Эти отрасли характеризуются высоким уровнем загрязнений, их технологический расцвет (наибольшая патентная активность, основные принципиальные технологические решения) связан с XIX и началом XX в., они относятся к первым технологическим укладам.

Эти устаревшие отрасли стали локомотивами развития части восточных и северных регионов и обеспечили высокий уровень ВРП на душу населения. Высокие доходы позволили проводить модернизацию производств, закупать современное оборудование и постепенно приближаться к наиболее современным в этих отраслях технологиям, но уровень производительности труда все равно остается невысоким из-за нерешенности других российских проблем. Высокая доходность этих отраслей также являлась сдерживающим фактором для структурной перестройки экономики региона, развития обрабатывающей промышленности. Соответственно эти регионы выпадают из модели ЭКК. Анализ тенденций динамики загрязнений по регионам показал, что их вид не зависит от уровня ВРП на душу населения, уровень загрязнений может расти или уменьшаться. Но надо отметить, что у добывающих регионов с более высоким уровнем загрязнений они, как правило, выросли за 2000–2009 гг., а у регионов с более низким уровнем – уменьшились.

Анализ выбросов в атмосферу по регионам за один год (кросс-секшн) по формулам (1) и (2) был проведен с учетом факторов, отражающих структуру экономики регионов (доля добывающих, доля обрабатывающей, доля аграрного сектора). Для 2008 г. были получены следующие уравнения:

$$Z = -8.6 + 0.12 \times Y - 0.00009 \times Y^2 + 0.43 \times X_1 + 0.39 \times X_2 - 0.13 \times X_3 \quad (7)$$

$$Z = -15.3 + 0.23 \times Y - 0.0005 \times Y^2 + 0.0000004 \times Y^3 + 0.35 \times X_1 + 0.33 \times X_2 - 0.006 \times X_3 \quad (8)$$

Статистические характеристики оказались невысокие (соответственно $R = 0,65$, $F = 10,7$ для первого уравнения и $R = 0,65$, $F = 9$ для второго), максимум выбросов по уравнению (7) достигается при более высоком уровне ВРП на душу населения, чем у Москвы. Изменение структуры экономики Москвы привело к очень низкому уровню выбросов в атмосферу на душу населения, который продолжает снижаться. Значит, в данной точке должен быть скорее ми-

нимум, чем максимум выбросов. Смещение оценок вызвано тем, что регионы с развитой металлургией и добывающим сектором имеют высокие ВРП на душу населения и выбросы в атмосферу, причем выбросы в десятки раз превышают уровень Москвы. Самые высокие показатели имеет Тюменская область, но даже если проводить расчеты без нее, то статистические характеристики улучшаются незначительно, хотя пик выбросов смещается к более

реальным оценкам (уменьшается примерно на 40 % до уровня ВРП на душу населения Сахалинской области). Панельные данные за 2000–2009 гг. лучше всего описываются полиномом (2) и логарифмической кривой.

Полученный график сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты для Карелии и РФ также не соответствует гипотезе об ЭКК и никак не напоминает перевернутую U-образную кривую.

Результаты. Расчеты, которые проводились по данным Республики Карелия и РФ по предложенным выше функциям (3) и (4), позволили определить несколько зависимостей, которые достаточно хорошо отражают реальность и помогают оценить влияние основных факторов.

Для выбросов в атмосферу Карелии для двухфакторных функций (3) расчеты были возможны лишь при учете нейтрального экологического прогресса. Поскольку влияние модернизации в 2000-х гг. существенно, то присутствует значительный отрицательный темп нейтрального экологического прогресса $p = -0,051$. Влияние ВРП Карелии на выбросы в атмосферу постепенно уменьшалось: прирост ВРП на 1 % вызывал рост выбросов в атмосферу на 0,5 % в начале 1990-х гг. и на 0,3 % в конце 2000-х. Прирост природоохранных инвестиций на 1 % вызывал падение выбросов примерно на 0,01 %.

Выявление влияния модернизации потребовало при построении трехфакторных функций (4) введения специальных переменных для учета постепенности проявления эффекта от модернизации. В результате получили, что прирост кумулятивных инвестиций на новое строительство на 1 % увеличивал выбросы на 0,19 %, прирост кумулятивных инвестиций на модернизацию на 1 % уменьшал выбросы на 0,04 %, и прирост кумулятивных инвестиций в охрану воздуха на 1 % уменьшал выбросы на 0,03 %. Несколько иная картина получается для сбросов загрязненных сточных вод. Прирост ВРП Карелии на 1 % приводил к росту сбросов на 0,4 % в начале 1990-х и конце 2000-х гг. и на 0,3 % в середине периода. Вложения в модернизацию предприятий и водоохранные инвестиции не приводили к заметным изменениям сбросов загрязненных сточных вод.

К сожалению, информация по парниковым газам для регионов отсутствует и расчеты проводились только для РФ. Расчеты по функции (4) с выделением инвестиций в модернизацию показали ее значимое положительное влияние и незначимость инвестиций в охрану атмосферного воздуха:

$$Z(t) = e^{2.6} \times X_n^{0.304}(t) \times X_m^{-0.052}(t) \text{ при } R^2 = 0,85,$$

где X_n – кумулятивные инвестиции в новое строительство; X_m – кумулятивные инвестиции в модернизацию.

Для выбросов в атмосферу РФ расчеты по двухфакторным функциям показали, что влияние природоохранных инвестиций незначительно. Высокая величина нейтрального экологического прогресса говорит о значительном влиянии неучтенных факторов (доли инвестиций в модернизацию и структурных сдвигов в экономике РФ). Расчеты по темповой мультипликативной функции показывают, что заметнее влияют инвестиции за прошлый год, коэффициенты для нового строительства и модернизации противоположны по знаку и близки по модулю (0,182 и –0,209), влияние природоохранных инвестиций незначительно (–0,0089). Без их учета лучше статистические характеристики и немного меняются коэффициенты (0,178 и –0,204).

Влияние разных производств на окружающую среду значительно отличается, и в ходе анализа данных целесообразно производить агрегирование видов деятельности в несколько секторов по степени воздействия на окружающую среду. В РФ примерно 27 % выбросов в атмосферу дает добывающий сектор, 23 % – энергетика, 23 % – металлургия, существенно меньше другие отрасли промышленности (ЦБП – 1 %) и ничтожное количество большинство отраслей сферы услуг, только транспорт – 13 %. Выделение секторов позволяет исследовать структурную политику и инвестиционную политику, строя сценарии развития экономики при различном распределении инвестиций по секторам и направлениям (новое строительство, модернизация или природоохранная деятельность), оценивать воздействие на окружающую среду. Для объяснения роста выбросов в атмосферу в 2000-х гг. в РФ достаточно посмотреть соотношение динамики производства и выбросов в добывающем секторе, энергетике и транспорте, на которые приходится почти 2/3 выбросов. Рост производства в энергетике за 10 лет примерно на 7 % привел к увеличению выбросов на 11 %, что означает отрицательные структурные сдвиги в отрасли, неэффективность модернизации и природоохранных вложений (рис. 2). Не помогло даже значительное снижение выбросов в металлургии и ЦБП. Но поскольку именно эти отрасли составляют основу карельской эко-

номики, то в республике с ростом ВРП выбросы в атмосферу снижались.

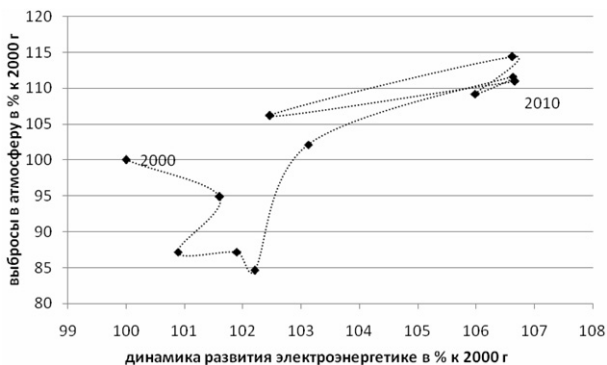


Рис. 2. Изменение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников предприятиями энергетики РФ (2000 г. принят за 100 %) в зависимости от объемов производства

Развитие некоторых отраслей приближенно можно описать ЭКК, например, добывающего сектора, который за счет экспортных доходов имеет возможность вкладывать средства в модернизацию производства и охрану природы, и в результате с ростом производства выбросы в атмосферу в последние годы уменьшаются (рис. 3). Соответствие динамики показателей отдельного региона ЭКК зависит от структуры его экономики и ее изменения. Если велика доля добывающего сектора, как в Тюменской области, то соотношение выбросов в атмосферу и ВРП хорошо описывается ЭКК. Для регионов, в которых воздействие на окружающую среду увеличивается, можно ожидать, что через некоторое время модернизация действующих предприятий и рост доли сферы услуг и высокотехнологичных отраслей промышленности изменит сложившуюся тенденцию и развитие региона за 20- или 30-летний период будет описываться ЭКК.

Анализ возможности использования предложенных функций для прогнозирования проводился на данных трех регионов Беломорья и Республики Карелия [Дружинин и др., 2010]. Сценарные условия брались из Стратегии развития Республики Карелия [Савельев, 2010]. Инновационный сценарий характеризуется ростом ВРП на 75 %, но за счет продолжения модернизации и более активных структурных сдвигов, прежде всего в промышленности, возобновляется тенденция к снижению выбросов в атмосферу после выхода из кризиса.

Для реализации инновационного сценария региональная инвестиционная политика должна быть направлена на привлечение инвестиций в новые отрасли и переход к принципиально новым технологиям на действующих предприятиях. Способствовать этому должен переход к регулированию нагрузки на окружающую среду на основе соответствия показателям наилучших существующих доступных технологий (существующая система слабо подталкивает к реализации водоохранных проектов в целлюлозно-бумажной промышленности и металлургии, составляющих основу экономики Карелии). Этот подход позволяет устанавливать единые технические стандарты и предельно допустимые уровни загрязнения, достижимые при использовании конкретной технологии. В настоящее время предприятия, проводя модернизацию, преодолевают разрыв в технологиях, который образовывался с середины 1960-х гг. Новые технологии приводят к уменьшению воздействия на окружающую среду и данный процесс будет продолжаться и давать эффект в течение 10–15 лет.

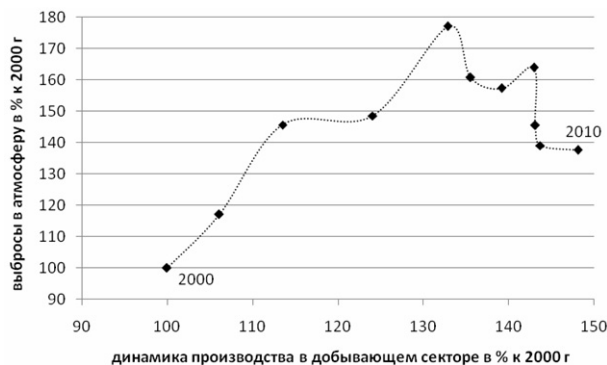


Рис. 3. Изменение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников предприятиями добывающего сектора РФ (2000 г. принят за 100 %) в зависимости от объемов производства (2000 г. принят за 100 %)

Высокая капиталоемкость проектов в металлургии и ЦБП и высокие риски инвестирования в российскую экономику даже в оптимальном сценарии не дадут преодолеть этот разрыв раньше. В дальнейшем основное влияние на выбросы будут оказывать структурные сдвиги в экономике, более быстрое развитие сферы услуг. Именно структурные сдвиги должны повысить экологическую эффективность развития карельской экономики.

В инновационном сценарии вложения в новое строительство к 2020 г. относительно 2010 г. должны увеличиться в три раза, в основном в отрасли, слабо влияющие на окру-

жающую среду. Вложения в модернизацию к 2020 г. должны удвоиться при росте их эффективности, поскольку необходимо более быстрое приближение к наилучшим существующим доступным технологиям. Также должна увеличиться эффективность природоохранных вложений и измениться их структура. Экологическая программа Карелии в большей степени должна быть ориентирована на охрану водных ресурсов и уменьшение отходов.

Наибольшее влияние на окружающую среду РК оказывают металлургия и ЦБП (более $\frac{3}{4}$ выбросов в атмосферу и $\frac{1}{2}$ сбросов загрязненных вод), соответственно модернизация именно этих отраслей даст наибольший эффект. В настоящее время в основном осуществляется постепенная замена оборудования на действующих предприятиях, в дальнейшем необходима реализация крупных новых проектов, основанных на принципиально новых технологиях, например, как проект «Белый медведь», взамен старых производств, прежде всего в ЦБП. В результате можно сделать вывод, что предложенные модели и разработанная методика позволяют оценить влияние развития экономики территории на состояние окружающей среды, позволяют анализировать проводившуюся ранее политику и принимавшиеся решения по развитию экономики с точки зрения влияния на окружающую среду и могут использоваться для формирования региональной эколого-экономической политики.

Литература

- Дружинин П. В.* Экономическое развитие Карелии: некоторые итоги и проблемы // Проблемы прогнозирования. 1998. № 1. С. 130–135.
- Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Морошкина М. В.* Влияние развития экономики на окружающую среду: моделирование и анализ расчетов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 119 с.
- Глазырина И. П.* Исследование качества роста региональной экономики в контексте концепции устойчивого развития // Экономика природопользования. 2006. № 4. С. 21–30.
- Курило А. Е., Немкович Е. Г., Сенюшкин Е. Н.* Социально-экономические преобразования в Республике Карелия (1990–2005 гг.). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 320 с.
- Регионы России. Социально-экономические показатели* // Статистический сборник. Росстат. М., 2010. 996 с.
- Республика Карелия: Статистический ежегодник.* Карелиястат. Петрозаводск, 2010. 402 с.
- Рюмина Е. В.* Анализ эколого-экономических взаимодействий. М.: Наука, 2000. 107 с.
- Савельев Ю. В.* Управление конкурентоспособностью региона: от теории к практике. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2010. 516 с.
- Auci S., Becchetti L.* The instability of the adjusted and unadjusted environmental Kuznets curves // Ecological Economics. 2006. Vol. 60. P. 282–298.
- Bai J., Jakeman A. J., McAleer M.* Estimation and discrimination of alternative air pollution models // Ecological Modeling. 1992. Vol. 64. P. 89–124.
- Cole M. A., Neumayer E.* Examining the impact of demographic factors on air pollution // Population and Development Review. 2004. Vol. 2 (1). P. 5–21.
- Cramer C. J.* Population growth and quality in California // Demography. 1998. Vol. 35 (1). P. 45.
- Dietz T., Rosa E. A.* Rethinking the environmental impact of population, affluence and technology // Human Ecology Review. 1994. Vol. 1. P. 277–300.
- Dietz T., Rosa E. A.* Effects of population and affluence on CO₂ emissions // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 1997. Vol. 94 (1). P. 175–179.
- Fried B., Getzner M.* Determinants of CO₂ emissions in a small open economy // Ecological Economics. 2003. Vol. 45. P. 133–148.
- Galeotti M., Lanza A., Pauli F.* Reassessing the environmental Kuznets curve for CO₂ emissions: A robustness exercise // Ecological Economics. 2006. Vol. 57. P. 152–163.
- Grossman G., Krueger A.* Economic growth and the environment // The Quarterly Journal of Economics. 1995. Vol. 110. P. 353–377.
- Gürlük S.* Economic growth, industrial pollution and human development in the Mediterranean Region // Ecological Economics. 2009. Vol. 68. P. 2327–2335.
- He J.* What is the role of openness for China's aggregate industrial SO₂ emission?: A structural analysis on the Divisia decomposition method // Ecological Economics. 2010. Vol. 69. P. 868.
- He J., Richard P.* Environmental Kuznets curve for CO₂ in Canada // Ecological Economics. 2010. Vol. 69. P. 1083–1093.
- Kearsley A., Riddel M.* A further inquiry into the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve // Ecological Economics. 2010. Vol. 69. P. 905–919.
- Lantz V., Feng Q.* Assessing income, population, and technology impacts on CO₂ emissions in Canada: where's the EKC? // Ecological Economics. 2006. Vol. 57. P. 229–238.
- Müller-Fürstenberger G., Wagner M.* Exploring the environmental Kuznets hypothesis: Theoretical and econometric problems // Ecological Economics. 2007. Vol. 62. P. 648–660.
- Roca J., Serrano M.* Income growth and atmospheric pollution in Spain: An input-output approach // Ecological Economics. 2007. Vol. 63. P. 230–242.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дружинин Павел Васильевич

заведующий отделом, д. э. н.
Институт экономики Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185030
эл. почта: insteco@karelia.ru
тел.: (8142) 571525

Шкиперова Галина Тимофеевна

старший научный сотрудник, к. э. н.
Институт экономики Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185030
эл. почта: insteco@karelia.ru
тел.: (8142) 571525

Druzhinin, Pavel

Institute of Economic Studies, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: insteco@karelia.ru
tel.: (8142) 571525

Shkiperova, Galina

Institute of Economic Studies, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: insteco@karelia.ru
tel.: (8142) 571525