

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.8

УДК 330.15:502.335, ББК 65.28

© Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В., Зимин Д.А.

Оценка влияния развития экономики на загрязнение воздушной среды*



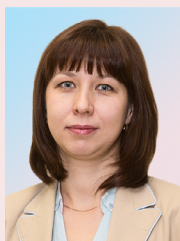
**Павел Васильевич
ДРУЖИНИН**

Институт экономики Карельского научного центра РАН
Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, 185530,
пр. А. Невского, д. 50
E-mail: pdruzhinin@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5303-0455; ResearcherID: F-4625-2010



**Галина Тимофеевна
ШКИПЕРОВА**

Институт экономики Карельского научного центра РАН
Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, 185530,
пр. А. Невского, д. 50
E-mail: shkiperova@mail.ru
ORCID: 0000-0003-0500-9912; ResearcherID: J-6556-2018



**Ольга Вячеславовна
ПОТАШЕВА**

Институт экономики Карельского научного центра РАН
Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, 185530,
пр. А. Невского, д. 50
E-mail: ovpotash79@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9599-6370; ResearcherID: AAC-5138-2019



**Дмитрий Александрович
ЗИМИН**

Карельский институт, Университет Восточной Финляндии
Йоэнсуу, Финляндия, 80101, PL 111, ул. Yliopistokatu, д. 2
E-mail: dmitry.zimin@uef.fi
ORCID: 0000-0001-5099-0602; ResearcherID: T-8958-2018

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-02-00449-ОГН «Исследование влияния развития экономики российских регионов на окружающую среду» (в части моделирования эколого-экономических процессов) и в рамках государственного задания КарНЦ РАН № 0218-2019-0089 (в части исследования эколого-экономических процессов в Финляндии).

Для цитирования: Оценка влияния развития экономики на загрязнение воздушной среды / П.В. Дружинин, Г.Т. Шкиперова, О.В. Поташева, Д.А. Зимин // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 2. С. 125–142. DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.8

For citation: Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Potasheva O.V., Zimin D.A. The assessment of the impact of the economy's development on air pollution. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 125–142. DOI: 10.15838/esc.2020.2.68.8

Аннотация. Рост экономики отрицательно сказывается на окружающей среде, поэтому необходима разработка моделей, которые выявляли бы воздействие различных факторов на изменение её состояния. Для исследования эколого-экономических процессов был предложен новый подход и созданы специальные модели, позволяющие оценить влияние инвестиционной политики и природоохранной деятельности, что дает возможность связать изменение состояния окружающей среды с принимаемыми управленческими решениями. Цель статьи – выявить причины, вызывающие трансформации взаимосвязи экономических и экологических показателей, исследовать влияние изменения экологического законодательства и других внешних шоков на эколого-экономические процессы в РФ и ЕС на примере воздушной среды. Актуальность и значимость проведенной работы определяется изменением экологического законодательства в РФ, основанным в настоящее время на наилучших доступных технологиях (НДТ), необходимостью построения моделей, которые позволяли бы прогнозировать развитие эколого-экономических процессов при меняющихся взаимосвязях показателей в рамках формирующейся практики применения нового законодательства. Новизна исследования состоит в том, что на основе предложенного подхода были разработаны модели, позволяющие анализировать влияние внешних шоков на эколого-экономические процессы. Проводился эмпирический анализ данных и строились модели эколого-экономических процессов. Выяснилось, что изменение законодательства в ЕС не приводило к резким трансформациям сложившихся взаимосвязей между экономическими и экологическими показателями, которые были связаны с экономическими кризисами. Кризисы могут способствовать появлению новой тенденции или лишь на несколько лет вывести систему из равновесия, затем ее развитие будет снова описываться уравнениями, аналогичными докризисным. Проведенное исследование также позволило объяснить улучшение экологических показателей при росте экономики РФ и ЕС. Его результаты могут быть использованы при разработке стратегических документов развития регионов и страны. Дальнейшие исследования связаны с оценкой различных сценариев развития регионов Европейского Севера РФ.

Ключевые слова: экономическое развитие, природоохранные инвестиции, модернизация, структурные сдвиги, модель, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, парниковые газы.

Введение. Развитие экономики влияет на состояние окружающей среды, но это влияние может быть разным. Расширение действующих производств и создание новых увеличивают воздействие на окружающую среду, способствуя ухудшению состояния атмосферного воздуха и воды, росту количества образуемых отходов. В то же время структурные сдвиги, связанные с появлением новых предприятий вместо закрывающихся с устаревшими технологиями, модернизация, репрофилирование организаций, переход к новым технологиям могут уменьшить отрицательное воздействие на окружающую среду.

Внимание к состоянию окружающей среды способствовало росту интереса к разработке моделей для выявления факторов, влияющих на экологические процессы, и оценке их воздействия на окружающую среду. Первоначально был использован подход на основе тождества IPAT, позволивший приблизительно оценить влияние динамики численности насе-

ления, уровня развития страны и технологического уровня [1; 2]. Позднее Т. Дитц и Е. Роза предложили стохастическую модель STIRPAT, помогающую более точно выявлять и оценивать влияние различных факторов [3; 4; 5]:

$$E_i(t) = A \times P_i^\alpha(t) \times Y_i^\beta(t) \times T_i^\gamma(t), \quad (1)$$

где $E(t)$ – исследуемый экологический показатель;

$Y(t)$ – показатель, характеризующий степень развития экономики;

$P(t)$ – численность населения;

$T(t)$ – технологический уровень;

i – страна (регион);

t – год;

α, β, γ – константы.

Технологический уровень обычно определялся через величину удельных выбросов. Степень развития экономики характеризовалась величиной валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения.

Предложенный подход развивался, уточнялось теоретическое обоснование модели, анализировались новые страны и регионы. Уравнение (1) позволяло увеличивать количество факторов, вводить другие условия, которые могут оказывать заметное влияние на экологическую ситуацию. В первую очередь исследовалось воздействие урбанизации и изменения структуры экономики – доли промышленности, сельского хозяйства, сферы услуг и других отраслей.

Проблема заключалась в выборе показателя, отражающего научно-технический прогресс, рассматривались различные варианты, например энергоёмкость промышленности и доля потребления энергии, полученной из альтернативных источников [6]. На данных стран ЕС было показано, что инновационная активность влияет на уровень эмиссии углекислого газа (CO_2) [7].

Согласно многочисленным зарубежным исследованиям, зависимость объема загрязнений окружающей среды от ВВП может иметь разную форму и определяется главным образом уровнем технологического прогресса и активностью структурных сдвигов в экономике. В качестве значимых факторов в отдельных работах рассматривались влияние внешних шоков, разный уровень цен на топливо и энергию [8; 9].

Кроме уравнения (1) использовались и другие подходы. В рамках исследований экологической кривой Кузнеця (ЭКК) было показано, что рост урбанизации может уменьшить уровень выбросов CO_2 при высоком уровне ВВП на душу населения и большой доле отраслей сферы услуг в ВВП [10]. Близкие теоретические результаты были получены М. Маззанти и А. Монтини при изучении региональных данных по Италии [11]. Но наиболее заметный вклад в снижение выбросов CO_2 , как было показано Дж. Мюллер-Фурштенбергер и М. Вагнер на основе специальной аналитической модели [12], вносит научно-технический прогресс (переход к новым технологиям).

При исследовании ЭКК С.Н. Бобылев отметил связь между уровнем доходов и устойчивым развитием [13]. В соответствии с гипотезой ЭКК предполагается, что рост объемов производства сопровождается увеличением негатив-

ного воздействия на окружающую среду только до определенного порогового значения (в течение раннего периода), затем уровень загрязнений начинает снижаться, несмотря на продолжающийся экономический рост. Расчеты, выполненные по российским данным, показали, что взаимосвязь валового регионального продукта (ВРП) и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу описывается ЭКК только примерно для двадцати регионов РФ. Основными факторами, способствующими снижению экологической нагрузки, стали активная модернизация производств и структурные изменения в экономике этих регионов [14].

В значительной степени снижение нагрузки на окружающую среду в российских субъектах в 2000-х гг. было вызвано быстрым ростом сферы услуг и сокращением доли промышленности, являющейся основным загрязнителем [15]. И.А. Забелина, исследуя приграничные с быстрорастущим Китаем регионы, выявила наличие эффекта декаплинга по негативному воздействию на атмосферный воздух в большинстве из них [16].

В связи с происходящими в последние десятилетия климатическими изменениями основное внимание уделяется выбросам парниковых газов, прежде всего CO_2 , реже анализируется динамика загрязнений атмосферного воздуха и воды другими веществами. Необходимо отметить, что результаты по разным загрязнителям существенно отличаются.

Большинство исследований парниковых газов выполнены на основе панельных данных по странам с различным уровнем развития, лишь часть из них охватывает государства одного континента или макрорегиона. Исследования для 214 стран мира показали, что степень влияния факторов зависит от уровня ВВП на душу населения, а для государств с высокими доходами кроме численности населения, доли промышленности в ВВП и энергоэффективности экономики значимо и подписание Киотского протокола [17]. В 45 странах Африки, экономика которых связана с добывающим сектором, кроме ВВП на душу населения важны энергоинтенсивность и в отдельных случаях – уровень индустриализации, уровень урбанизации и численность населения в трудоспособном возрасте [18].

Во многих работах влияние роста численности населения оказалось значительным. Рост численности населения на 1% приводит к увеличению выбросов больше чем на 1% [5; 19; 20; 21]. В то же время необходимо отметить, что полученные разными авторами значения параметров отличаются, что зависит от выбора исследуемых показателей. Например, Б. Лиддл [6] отмечает, что максимальные величины были получены, когда в качестве дополнительных показателей выступали демографические, а при использовании доли промышленности или энергоемкости экономики как характеристик технологического уровня значимость численности населения оказалась заметно меньше.

Существуют и другие отличия: для развитых стран доля населения в трудоспособном возрасте отрицательно влияет на общие выбросы CO_2 , а для других государств ее воздействие положительно [22]. Также неоднозначно влияние урбанизации. В обзоре П. Садорски отмечено, что в развивающихся странах ее рост вызывает увеличение выбросов, причем такое влияние статистически значимо [23].

Исследований по региональным данным существенно меньше, в большинстве работ рассматривались китайские регионы [24; 25; 26]. Было показано, что наиболее важным фактором для снижения выбросов CO_2 являлось изменение технологического уровня и структуры промышленности [27]. В некоторых работах регионы разделялись на группы в зависимости от их особенностей, например уровня ВРП на душу населения. В группе с наиболее высоким ВРП на душу населения определяющим стал фактор, связанный с энергетикой, в средней группе – факторы урбанизации, структура промышленности и внешняя торговля, в третьей группе – динамика населения и ВРП на душу населения [28].

Несколько иные результаты получены в работе В. Ланца и К. Фенга [9] при оценке данных по канадским регионам. Здесь зависимость эмиссии парниковых газов от ВРП отсутствует, наибольшее влияние оказывают численность населения, технологический уровень, доля экспорта и импорта, доля промышленности в структуре экономики региона, а также цена сырой нефти. Ситуация по странам и регионам различается даже относительно одного газа.

Исследований, касающихся динамики выбросов в атмосферу других газов, меньше. В них отражено, что значительно влияют на выбросы соединений серы и азота расходы на исследования и разработки и другие показатели, связанные с техническим прогрессом [10; 29]. Дж. Крамер установил зависимость динамики выбросов SO_2 , соединений азота и твердых веществ в штате Калифорния от численности населения [30].

Дж. Марин и М. Маззанти [31] на панельных данных показали, что в разных секторах итальянской экономики взаимосвязь антропогенного воздействия и экономического роста различается, возможен и эффект декаплинга, и рост выбросов в атмосферу при увеличении объемов производства. Ученые подтвердили гипотезу об увеличении нагрузки на окружающую среду по мере роста объемов производства обрабатывающей промышленности и выявили наиболее проблемные секторы экономики по уровню этой нагрузки.

Недостаточно исследований, в которых изучается влияние развития экономики на окружающую среду по временным рядам одной страны или региона. Например, для китайских регионов Гуандонг и Минханг наиболее значимыми факторами выступали уровень урбанизации и технологический уровень, увязанный с потреблением энергии на единицу ВРП, а также уровень индустриализации, доля услуг в ВРП, численность населения и ВРП на душу населения [25; 26].

Еще меньше работ затрагивают результативность экологической политики. Греческие исследователи Г. Халкос и Е. Паизанос на панельных данных 77 стран мира за 1980–2000 гг. показали прямое и косвенное влияние государственных расходов на защиту окружающей среды, причем эффективность расходов для различных видов загрязнений сильно отличается [32].

Из всех факторов менее изучено воздействие инвестиционной политики и природоохранной деятельности, лишь в нескольких работах рассматривается связь инвестиций в природоохранную деятельность и загрязнений [33; 34; 35]. При построении зависимостей обычно предполагалась их неизменность во времени, отсутствие внешних шоков – миро-

вых экономических кризисов, изменений законодательства и других. В некоторых странах ученые начинают рассматривать влияние изменений законодательства на эколого-экономические процессы (например, Р. Алмгрен в Швеции), но работы по его оценке на основе моделей пока отсутствуют [36].

Для исследования эколого-экономических процессов в РФ и ее регионах был предложен подход, в котором для анализа изменения зависимостей во времени выделяется три группы факторов: влияющие на окружающую среду отрицательно, положительно, и факторы, воздействие которых может быть и положительным, и отрицательным. Были построены специальные модели, позволившие связать структуру и динамику инвестиций с динамикой различных видов загрязнений по данным РФ и ее регионов, выявив влияние экономической политики и экономических кризисов на изменение эколого-экономических взаимозависимостей [37; 38]. Новизна предложенного подхода связана с тем, что изучение временных рядов на основе данных моделей дает возможность оценить влияние различных внешних шоков на изменение сложившихся тенденций и взаимосвязей.

Цель статьи – выявить причины изменения взаимосвязи экономических и экологических показателей, исследовать, как изменения экологического законодательства и других внешних шоков связаны с эколого-экономическими процессами в РФ и ЕС, на примере воздушной среды. Решались следующие задачи: сбор информации об эколого-экономических процессах в РФ и ЕС, включая изменение законодательства; разработка моделей для учета влияния внешних шоков, включая изменение законодательства и экономические кризисы; оценка на основе моделей влияния внешних шоков на взаимосвязь экономических и экологических показателей.

Актуальность и значимость проведенных исследований определяются изменением экологического законодательства в РФ, основным в настоящий момент на наилучших доступных технологиях (НДТ), необходимостью построения моделей, которые позволяли бы прогнозировать развитие эколого-экономических процессов при трансформирующихся вза-

имосвязях показателей в рамках применения нового законодательства. Предложенный подход помогает анализировать возможные экологические последствия развития экономики, на основе специальных моделей строить сценарные условия и сравнивать влияние различных вариантов экономической политики на состояние окружающей среды; строить более обоснованные прогнозы в ходе разработки стратегических документов, анализировать различные варианты инвестиционной политики и развития регионов.

Методика и данные. В дополнение к существующим моделям (1) были предложены функции загрязнения, которые позволяют исследовать различные варианты распределения инвестиций, оценивать влияние изменения структуры экономики и учитывать влияние экологической политики, рассматривая динамику инвестиций и затрат, связанных с охраной окружающей среды. При этом использовались специфические показатели российской статистической отчетности, позволяющие детально анализировать влияние структуры инвестиций на эколого-экономические процессы с адаптацией для международной отчетности.

Для расчетов по временным рядам применялись различные функции, иногда достаточно сложные, но чаще простая двухфакторная или трехфакторная мультипликативные функции, позволяющие учесть возможность компенсации одного фактора другим:

$$E(t) = A(t) \times X_1^\mu(t) \times X_2^{-\eta}(t), \quad (2)$$

$$E(t) = A(t) \times X_1^\mu(t) \times X_2^{-\eta}(t) \times X_3^\nu(t), \quad (3)$$

где $E(t)$ – исследуемый экологический показатель (выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, концентрация загрязняющих веществ, отношение выбросов в атмосферу к ВВП и другие показатели);

$X_1(t)$ – фактор, отражающий рост экономики и, как правило, отрицательно влияющий на окружающую среду (инвестиции в новое строительство, ВВП, ВРП, основные фонды и другие показатели);

$X_2(t)$ – фактор, отражающий природоохранную деятельность и положительно влияющий на окружающую среду (инвестиции в охрану атмо-

сферного воздуха, текущие затраты на охрану атмосферного воздуха, их сумма и другие показатели);

$X_3(t)$ – фактор, отражающий развитие экономики, который может влиять и положительно, и отрицательно на окружающую среду в зависимости от осуществляемой эколого-экономической политики (инвестиции в модернизацию экономики, индекс структурных сдвигов в экономике и другие показатели);

$A(t)$ – нейтральный экологический прогресс, обычно экспонента с параметром p (снижение уровня загрязнений за счет не учитываемых в уравнении факторов, прежде всего структурных сдвигов);

m, h, v – постоянные параметры (факторные эластичности);

t – год.

Расчеты проводились на основе стандартных пакетов методом наименьших квадратов.

Введение нейтрального экологического прогресса $A(t)$ требуется для более точного учета структурных сдвигов и модернизации в секторах при отсутствии детальной информации по секторам. При ее наличии несложно оценить темп нейтрального экологического прогресса p , выделив влияние модернизации в секторах и структурных сдвигов по выведенным ранее формулам [37; 38].

Различие собираемой статистической информации в РФ и ЕС привело к необходимости разработать отдельную методику для построения функций загрязнения для ЕС. В российской статистике есть показатели, отражающие инвестиции в модернизацию предприятий, в ЕС они отсутствуют. Поэтому для оценки влияния модернизации экономики использовался подход на основе изменения структуры инвестиций и динамики инвестиций в машины и оборудование. Технологический уровень увязывался с динамикой производительности труда и других показателей секторов, имеющих наибольший вклад в общий объем загрязнений. Для оценки воздействия структурных сдвигов был предложен подход на основе изменения соотношения секторов с наибольшим и наименьшим влиянием на окружающую среду или доли сектора с максимальным уровнем загрязнений.

Выбор вида зависимости определялся в ходе предварительного анализа данных и построения графиков, которые позволяли выявить существующие связи показателей или их характеристик, например темпов прироста. Анализировалось наличие лагов изменения показателей, изучались сглаженные данные. Выбор факторов также зависел от доступности данных, возможности получить достаточно длинные временные ряды. Для расчетов использовались кумулятивные инвестиции за 3–6 лет, что облегчает использование функций загрязнения для прогнозирования.

Построенные функции позволяют исследовать, как изменятся экологические показатели при различной экономической политике в процессе оценки динамики выпуска продукции на основе производственных функций при различных сценарных условиях. Также можно оценить влияние изменения экологической политики, задавая различную динамику природоохранных инвестиций и затрат на природоохранную деятельность. Динамику природоохранных затрат и инвестиций в модернизацию производства можно связать с изменениями экологического законодательства в РФ исходя из опыта тех стран, где законы на основе НДТ уже действуют. Для этого исследуются данные по ЕС и Финляндии.

Анализ эколого-экономических процессов показал, что сложившиеся тенденции иногда резко меняются под воздействием внешних шоков, связь загрязнений с некоторыми показателями остается стабильной, а с другими – сильно меняется. В таком случае целесообразно применять сплайн-функцию, непрерывную, но имеющую разрыв первой производной.

Использовались два подхода. В первом выделялся год изменения природоохранного законодательства и анализировались графики показателей и их взаимосвязей. Если в течение нескольких лет после изменения законодательства произошел перелом сложившихся тенденций или трансформировались взаимосвязи показателей, то выделялись два периода и проводились расчеты сплайн-функции. При втором подходе строились графики взаимосвязей показателей и динамики их соотношений,

в ходе их анализа выявлялся год, когда сложившиеся тенденции изменились, выделялись два периода и проводились расчеты сплайн-функции. Если полученные параметры за разные периоды различались незначительно, то вместо сплайн-функции (4) строилась функция (3).

Для расчетов рассматриваемые показатели разбивались на два ряда (в первом периоде значения второго ряда равны единице, во втором – значения первого ряда равны единице). При выделении двух периодов в каждом из них могут быть свои параметры, и вместо функции (3) расчеты проводились по следующей:

$$E(t) = A_1 \times A_2 \times X_{11}^{\mu_1}(t) \times X_{12}^{\mu_2}(t) \times X_{21}^{-\eta_1}(t) \times X_{22}^{-\eta_2}(t) \times X_{31}^{\nu_1}(t) \times X_{32}^{\nu_2}(t) \times X_4^\lambda(t) \quad (4)$$

где $A_1, X_{11}(t), X_{21}(t), X_{31}(t)$ равны единице во втором периоде;

$A_2, X_{12}(t), X_{22}(t), X_{32}(t)$ равны единице в первом периоде;

$X_4(t)$ – показатель, отражающий структурные сдвиги.

Часть расчетов проводилась по неполной формуле, например, показатель A_2 был равен единице всегда или полученные параметры по одному из показателей оказывались близкими, и для него рассматривалось не два ряда, а один общий, и соответственно получался один параметр.

Для расчетов собирались данные по РФ, ее регионам, ЕС и Финляндии за 1990–2017 гг., что позволило построить и проанализировать графики показателей и выявить их зависимости. Для того чтобы проанализировать изменения в состоянии окружающей среды, использовались данные по следующим основным показателям: выбросы парниковых газов, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в целом и по отдельным веществам, а также численность населения, уровень урбанизации, доля промышленности в ВВП (ВРП), доля услуг в ВВП (ВРП), уровень электропотребления, объем экспорта, динамика основных секторов экономики, инвестиции в машины и оборудование и др.

Данные для расчетов по РФ и регионам были взяты с сайта ФСГС¹, из статистических справочников², данные для расчетов по ЕС – с официального сайта Евростата³, по Финляндии – с сайта Статистического управления Финляндии⁴.

Поскольку собираемые в разных странах показатели различаются, то для сравнения по возможности выбирались экологические показатели, имеющиеся в международной статистике. Необходимо отметить, что методики меняются и сопоставимые ряды некоторых данных не приводятся в справочниках. В этом случае они пересчитывались на основе имеющейся на сайтах информации.

Были собраны сведения об изменении законодательства по экологическим вопросам в РФ, ЕС и Финляндии, анализировалась информация о природоохранной деятельности. На ее основе выделялись периоды, в которых должны были быть стабильны параметры функций (2) – (4), рассматривалось влияние экономических кризисов. В результате строились сплайн-функции, позволяющие учесть роль внешних шоков.

Результаты исследования и их анализ. Законодательство европейских стран в сфере экологии постоянно совершенствовалось и ужесточалось. В ЕС в 1975–1984 гг. были введены директивы по борьбе с загрязнением воздуха и водной среды, о порядке обращения с отходами. В дальнейшем они уточнялись и дополнялись. В 1996 году принята Директива Совета ЕС 96/61/ЕС о комплексном предотвращении и контроле загрязнений⁵. В отличие от первых директив, направленных на борьбу с загрязнениями, она вводилась уже для предупреждения загрязнений и регламентировала использование НДТ. Директива дополнялась в 2000 и 2004 гг.,

¹ ФСГС. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 11.01.2019).

² Охрана окружающей среды в России. 2018: стат. сб. / Росстат. М., 2018. 125 с.

³ Евростат. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (дата обращения 11.01.2019).

⁴ Сайт Статистического управления Финляндии. URL: info@tilastokeskus.fi. (дата обращения 11.01.2019).

⁵ Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1996/61/oj>

а в 2010 году была заменена на новую Директиву 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета «О промышленных выбросах»⁶, которая также дополнялась и уточнялась в 2012 году. Законодательство стран-членов ЕС изменялось в соответствии с принимаемыми директивами, но с некоторым лагом.

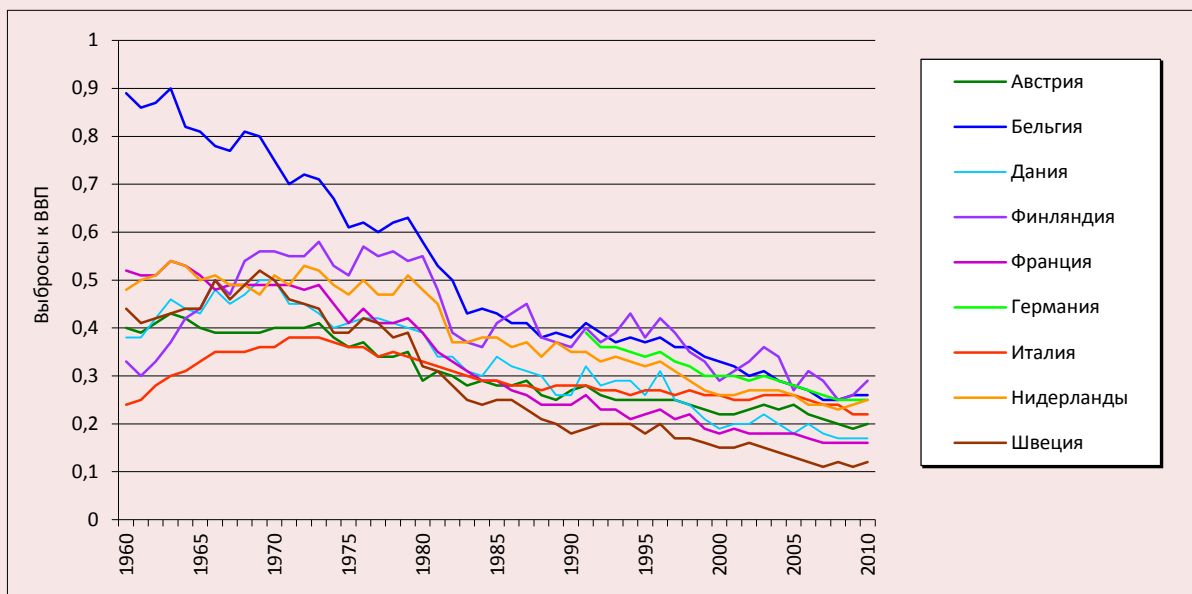
Первая Программа действий в области защиты окружающей среды принята в ЕС в 1973 году. В ней основное внимание уделялось охране и снижению степени загрязнения атмосферы. Впервые заявлена необходимость применения экологических налогов. С 1993 года действовала пятая программа, направленная на достижение целей устойчивого развития, в 2002 году была принята шестая, с 2013 года действует седьмая программа. Каждая из них ставила новые экологические задачи, определяла стратегические подходы к их решению и новые законодательные инициативы.

Уже в середине 1990-х годов доля экологических налогов в ВВП ЕС превысила 2%, а в северных странах была существенно выше: в Финляндии – 2,5%, Швеции – 3,2, Норвегии –

4,9%. В последние годы в ЕС экологические налоги составляют 2,5% от ВВП, в основном это налоги на энергию. В некоторых странах они снижаются за счет использования возобновляемых источников энергии.

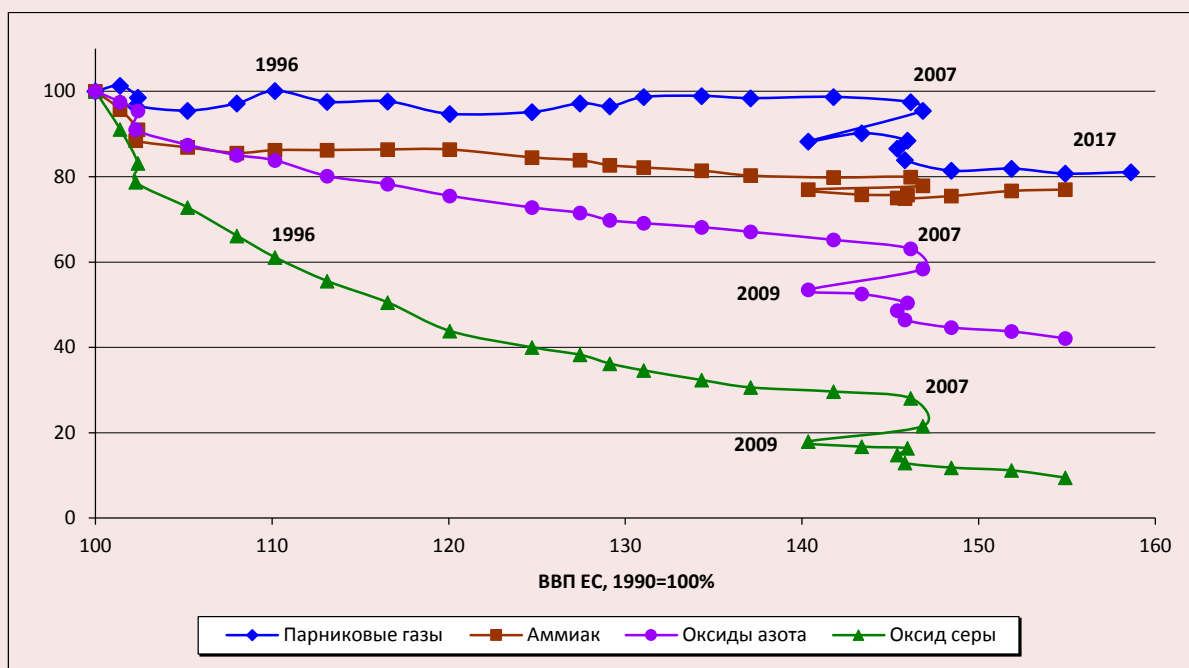
Если рассматривать период до 1990 года, то у большинства стран ЕС выбросы загрязняющих веществ увеличивались до середины 1970-х годов даже быстрее, чем росла экономика, затем их рост стал замедляться, и с 1980-х годов для отдельных видов загрязнений объем выбросов стал снижаться при росте экономики (рис. 1). Реализация первой программы в 1970-х годах привела к значительным изменениям природоохранной политики ЕС: были сформированы основы реальной политики, определены цели, принципы, приоритеты и меры, которые необходимо было реализовать. Фактически период 1960–1990 гг. для некоторых стран описывается ЭКК. Ужесточение экологической политики привело к смене технологий и способствовало активизации структурных сдвигов в экономике.

Рис. 1. Динамика отношения выбросов CO₂ к ВВП стран ЕС, млн т / млрд евро



⁶ Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj>

Рис. 2. Зависимость выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (1990 год – 100%) от динамики ВВП ЕС (1990 год – 100%)



Детальный анализ данных с 1990 года показывает, что практически по всем видам выбросов в атмосферу складываются положительные тенденции, то есть при росте экономики объем выбросов загрязняющих веществ уменьшался (рис. 2). После принятия определяющей директивы 1996 года зависимость выбросов от динамики ВВП практически не изменилась, тенденции сохранились до 2007 года, немного снизились лишь выбросы парниковых газов, затем выросшие до прежнего уровня. В 2008 году начался экономический кризис. Он нарушил сложившиеся тенденции, производство снизилось примерно на 5%, уменьшились и выбросы. В 2014 году ВВП ЕС превысил уровень 2007–2008 гг., а уровень загрязнений оказался заметно меньше. Производство за время кризиса стало более «зеленым». Нужно отметить, что с 2010 года фактически продолжились тенденции 1990–2007 гг., но при более низком уровне загрязнений. Исключение снова составляют парниковые газы: с 2010 года их выбросы заметно снизились. Значит, возможно построение сплайн-функций при использовании двух

параметров A для разных периодов без изменения остальных показателей.

Если рассмотреть динамику соотношения объема загрязнений и ВВП ЕС, то можно отметить, что после принятия директивы 1996 года не ускорились темпы его снижения, наоборот, с 2000 года происходит замедление положительных тенденций (рис. 3). Экономический кризис 2008–2009 гг. привел к незначительным изменениям сложившейся ситуации. Можно отметить некоторое снижение выбросов парниковых газов после принятия директив 1996 и 2010 гг. Анализ с использованием сплайн-функций не выявил существенного изменения параметров в 1996–2007 гг.

По данным ЕС были построены зависимости выбросов от указанных выше факторов по моделям (3) и (4). Достаточно хорошие статистические характеристики получены для всех трех подходов – расчетов в целом за 1993–2016 гг., расчетов сплайн-функций с выделением разных показателей A для двух периодов и приведенных в таблице 1 расчетов сплайн-функций с выделением двух периодов для всех

Рис. 3. Динамика отношения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ к ВВП ЕС (1990 год – 100%)

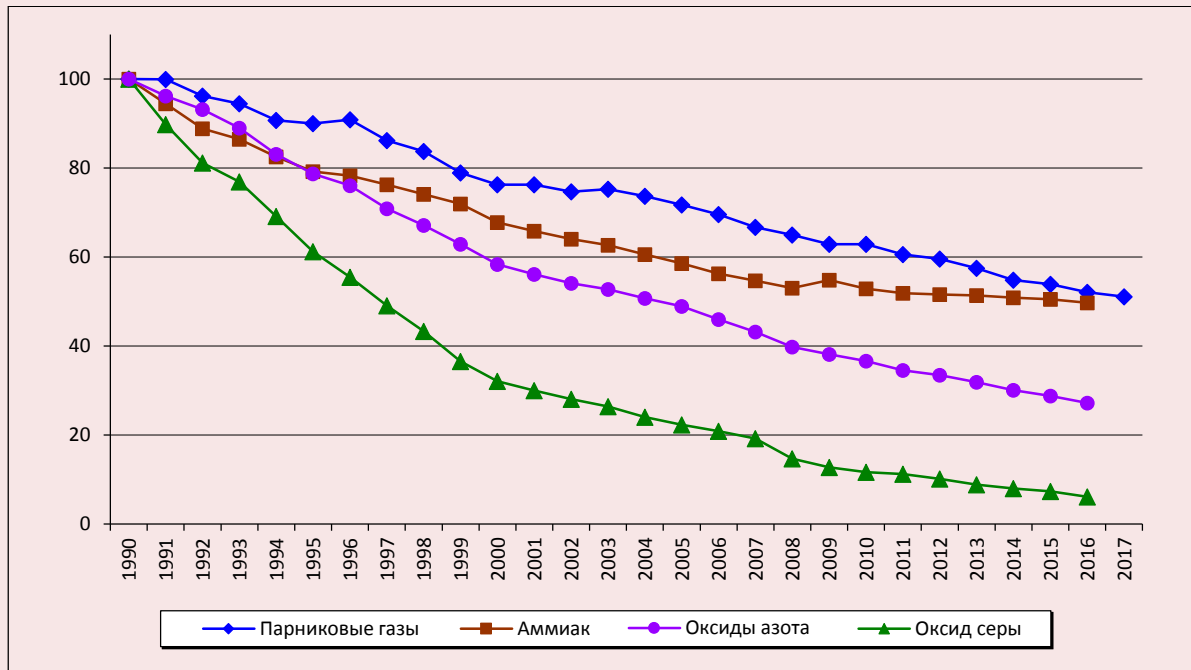


Таблица 1. Результаты расчетов параметров функций (4) для выбросов загрязняющих веществ в ЕС

Загрязнитель	m_1	m_2	h_1	h_2	v_1	v_2	λ	$\ln A$	R^2
Парниковые газы	1,28*	2,78*	0	0,86*	-0,93*	-2,12*	0,89*	2,96	0,988
Аммиак	0,19*		0,44*	0	0	0	0,51**	4,1	0,957
Оксиды серы	0	13,8*	0	4,34*	-1,69*	-11,1*	0	11,17	0,994
Оксиды азота	0	5,43*	0	1,85*	-0,57*	-4,13*	0	6,83	0,990

* $p < 0,01$, ** $p < 0,05$

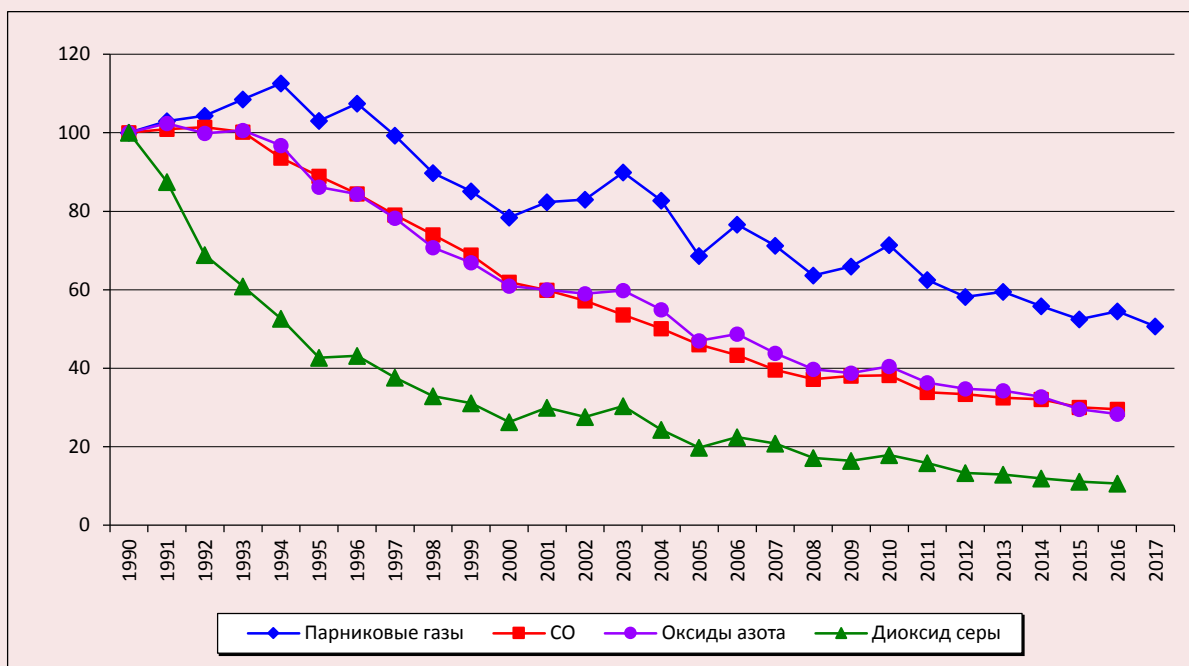
показателей. Все уравнения значимы, p меньше 0,000001. Их можно использовать для прогнозирования эколого-экономических процессов, однако более достоверные результаты получаются, когда в качестве зависимой переменной используется отношение выбросов к ВВП.

Для оксидов серы и азота кумулятивные инвестиции в экономику во втором периоде отражали отрицательное влияние роста экономики, кумулятивные инвестиции в машины и оборудование снижали выбросы в оба периода, общие расходы на охрану окружающей среды оказали значимое положительное воздействие во втором периоде. Отличие для парниковых газов состоит в том, что кумулятивные инвестиции в экономику оказывали значительное влияние и в первом периоде, также были значимы

и структурные сдвиги, которые отражает доля промышленности в ВВП. Для выбросов аммиака оказались значимы кумулятивные инвестиции в экономику, общие расходы на охрану окружающей среды в первом периоде и доля промышленности в ВВП. Расчеты показали отсутствие других моментов изменения сложившихся тенденций, кроме 2008 года, когда начался экономический кризис.

В Финляндии после вступления в ЕС в 1996 году был принят Закон об охране природы, вступивший в силу 1 января 1997 года и с изменениями действующий по настоящее время. На основе Директивы ЕС 1996 года в Финляндии в 2000 году приняты изменения в действующее законодательство. В 2014 году были внесены изменения в законодательство в соответствии

Рис. 4. Динамика отношения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ к ВВП Финляндии (1990 год – 100%)



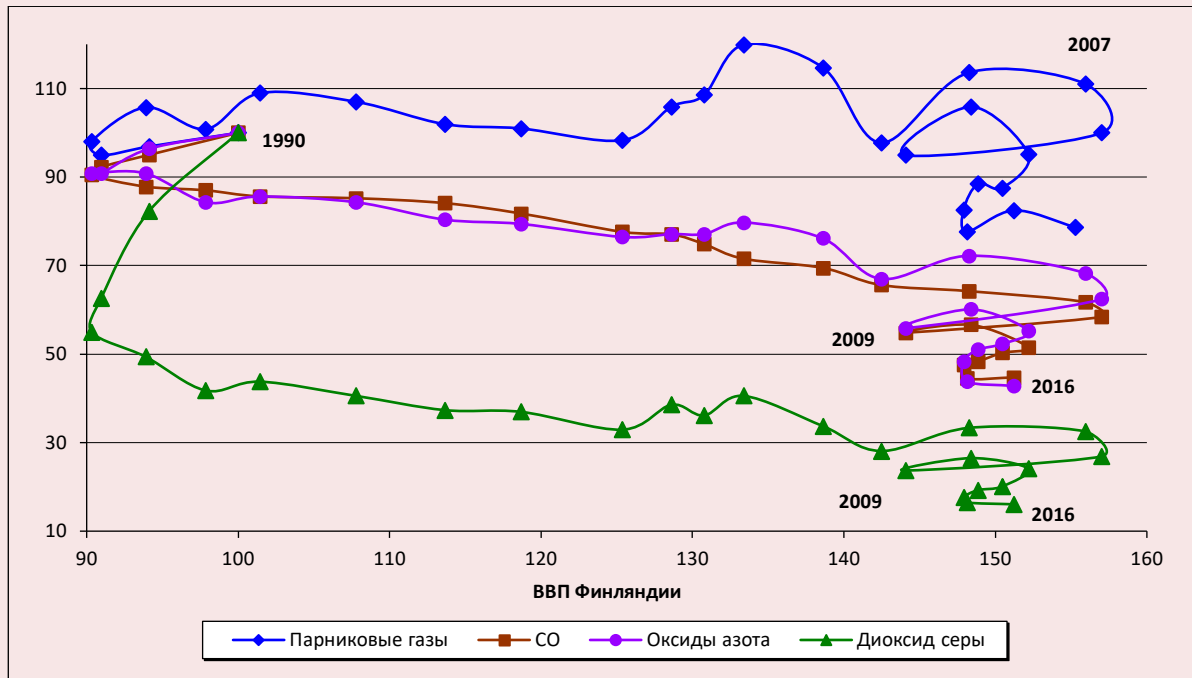
с Директивами ЕС 2008 и 2010 гг. Финляндия вступила в ЕС в 1995 году, когда в ЕС действовала пятая программа действий в области защиты окружающей среды «В направлении устойчивости», и ЕС взяла на вооружение концепцию устойчивого развития. Финляндия последовательно ужесточала экологические требования в соответствии с решениями ЕС [39].

После выхода Финляндии из кризиса 1991–1993 гг., вызванного потерей «восточного» рынка в связи с распадом СССР, выбросы загрязняющих веществ медленно снижались при росте ВВП, соотношение выбросов к ВВП непрерывно уменьшалось, за исключением начала 2000-х годов (рис. 4). Лишь объем выбросов парниковых газов заметно колебался, что связано с необъяснимыми скачками выбросов CO₂, например в 2005 году, причем в 2004 и 2006 гг. его уровни были почти равными. Нужно отметить, что период с 1994 года для большинства видов загрязнений хорошо описывается экспоненциальной функцией. На динамике отношения выбросов загрязняющих веществ к ВВП изменения в законодательстве слабо сказались, заметно-

го улучшения показателей не наблюдается, можно отметить их ухудшение в 2001–2003 гг. В то же время, несмотря на экономический кризис 2008–2009 гг., улучшение экологической ситуации продолжалось, соотношение выбросов и ВВП снижалось, продолжая сложившиеся тенденции.

Зависимость выбросов загрязняющих веществ от ВВП намного сложнее из-за экономического кризиса, начавшегося в 2008 году (рис. 5). С 1994 года выбросы незначительно снижаются при росте ВВП, но в 2001–2003 гг. рост экономики замедлился и объем большинства видов выбросов немного возрос. Возможно, возникли проблемы при переходе к НДТ в соответствии с Директивой ЕС 1996 года. Начавшийся в 2008 году кризис привел к длительному застою финской экономики, лишь в 2018 году был превышен докризисный уровень ВВП. В то же время структурные сдвиги и инвестиции в экономику способствовали продолжению снижения выбросов загрязняющих веществ. Фактически выделяются два периода – 1994–2008 и 2008–2017 гг. с заметно разными зависимостями.

Рис. 5. Зависимость выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (1990 год – 100%) от динамики ВВП Финляндии (1990 год – 100%)



Проводились расчеты для выбросов основных загрязняющих веществ (в целом за 1994–2017 гг. и сплайн-функций) и для отношения выбросов к ВВП. Все полученные уравнения значимы, p меньше 0,000001. В таблице 2 приведены результаты расчетов для сплайн-функций (4). Расчеты по сплайн-функциям значительно улучшают статистические характеристики относительно функций (3). Нужно отметить, что если для ЕС и РФ часть параметров функций не менялась в двух периодах, то для Финляндии разница значительна, влияние природоохранных инвестиций в первом периоде оказалось незначимо, а во втором оно существенно повлияло на снижение всех видов выбросов.

Для парниковых газов в первом периоде значимо оказалось лишь влияние ВВП, а во втором – промышленности и природоохранных инвестиций. Для окиси углерода (угарного газа), оксидов серы и азота в первом периоде значимо влияние изменения доли промышленности в ВВП, для окиси углерода и оксидов азота положительное влияние оказал рост инвестиций в машины и оборудование, а во втором периоде динамика загрязнений определялась изменением промышленного производства и природоохранных инвестиций.

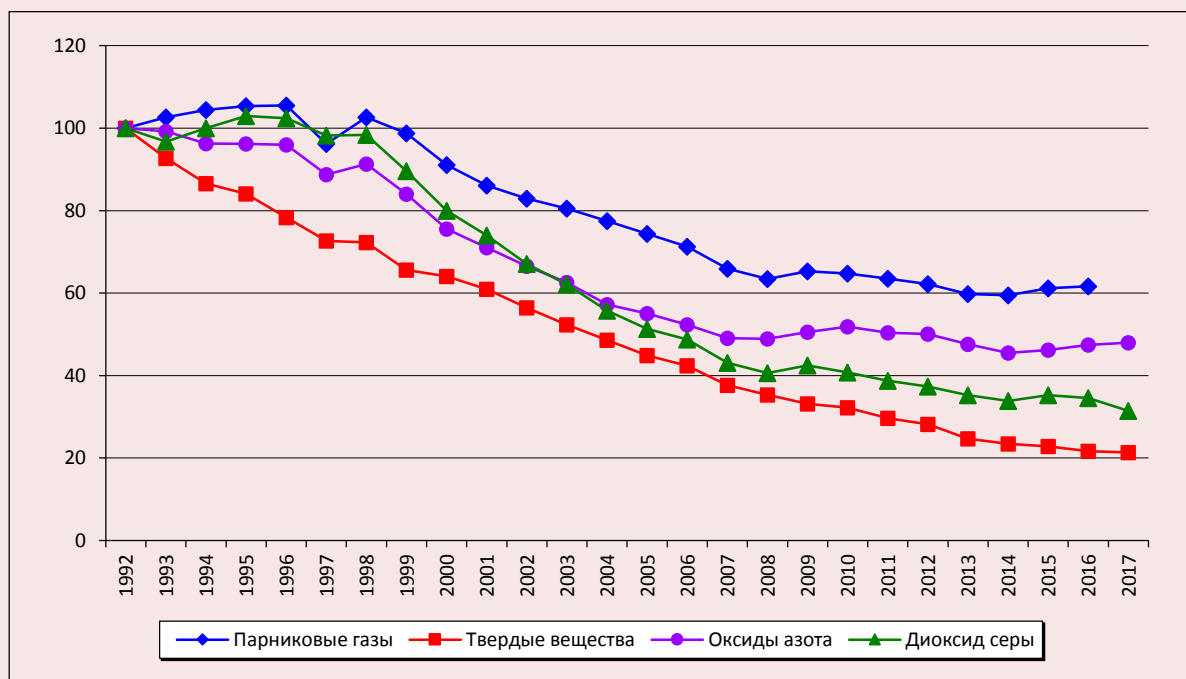
Закон «Об охране природы в РСФСР» был принят в 1960 году, действующее сейчас законодательство сформировалось в 1988–1991 гг. и уточнялось в дальнейшем. В 1994, 1996, 1997

Таблица 2. Результаты расчетов параметров функций (4) для выбросов загрязняющих веществ в Финляндии

Загрязнитель	m_1	m_2	h_1	h_2	v_1	v_2	$\ln A_1$	$\ln A_2$	R^2
Парниковые газы	0,124**	0,456*	0	0,463*	0	0	4,07		0,80
CO	1,518*	0,666*	0	0,481*	-0,810*	0	2,96		0,97
Оксиды серы	1,894*	0	0	1,342*	0	0	-2,64	9,18	0,93
Оксиды азота	0,979*	0,801*	0	0,536*	-0,185*	0	1,93		0,96

* $p < 0,01$, ** $p < 0,1$

Рис. 6. Динамика отношения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ к ВВП РФ (1992 год – 100%)



и 2000 гг. появлялись Указы Президента РФ по отдельным направлениям экологической политики. В 1999 году был принят закон «Об охране атмосферного воздуха», в 2002 – «Об охране окружающей среды», носившие уточняющий характер.

В 1990-х годах действовали государственная программа по экологической безопасности и до 30 программ по решению отдельных экологических проблем. В 1998 году был принят Национальный план действий по охране окружающей среды РФ, в 2002 году одобрена «Экологическая доктрина РФ» и начала действовать федеральная целевая программа «Экология и природные ресурсы России на 2002–2010 гг.». Сейчас актуальна Государственная программа «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы.

Наиболее заметные изменения произошли в 2014 году, когда был принят закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ», который определяет переход к введению системы мер экономического стимулирования для внедрения НДТ. Он может существенно повлиять на эколого-экономиче-

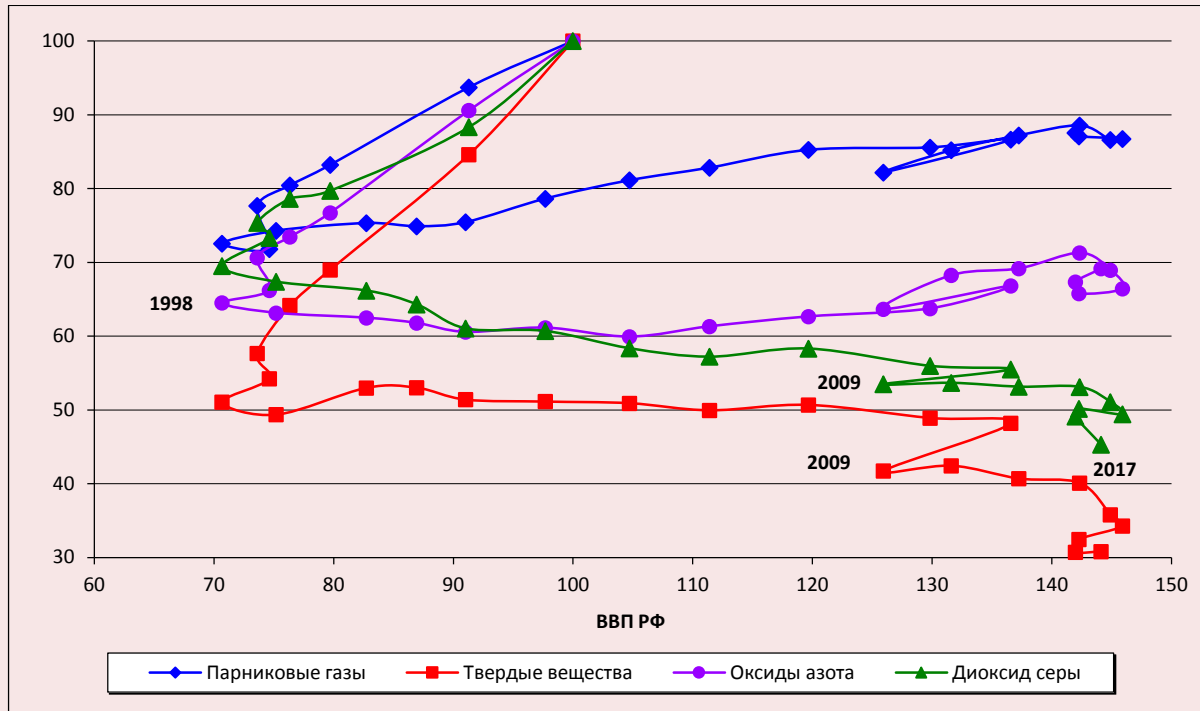
ские процессы в будущем, а пока с 2019 года по критериям НДТ будут отчитываться 300 предприятий, являющихся главными загрязнителями.

Анализ графиков показывает, что после спада в 1990-х годах с ростом экономики после 1999 года выбросы большинства загрязняющих веществ стали расти, хотя и медленнее, чем ВВП (рис. 6). Можно выделить три периода: до 1999 года, с 1999 по 2008 год, когда отношение загрязнений к ВВП РФ быстро снижалось, и с 2009 года. Они разделяются экономическими кризисами 1998 и 2008–2009 гг. Положительного влияния новых принятых законов и иных документов в 2002 и 2006 гг. не отмечено.

Зависимость выбросов от динамики ВВП РФ сложнее. Также необходимо отметить, что второй и третий периоды не сильно различаются (рис. 7).

Для РФ имеется дополнительная информация по инвестициям в модернизацию. Первый период не рассматривался, расчеты проводились по второму (1998–2007 гг.) и третьему (2008–2017 гг.) периодам и в целом за 1998–2017 гг. Расчеты по сплайн-функциям (4) значи-

Рис. 7. Зависимость выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (1992 год – 100%) от динамики ВВП РФ (1992 год – 100%)



тельно улучшают статистические характеристики относительно функций (3), все полученные уравнения значимы, p меньше 0,000001 (табл. 3). Для РФ значимыми оказались изменения в экономической политике, что связано с началом экономического роста в 1999 году и кризисом 2008–2009 гг.

Для выбросов парниковых газов во втором периоде рост кумулятивных инвестиций в модернизацию и охрану атмосферного воздуха частично компенсировал влияние роста ВВП, а в третьем периоде влияние инвестиций в охрану атмосферного воздуха стало незначимо. Для выбросов в атмосферу твердых частиц во втором периоде наиболее значимым оказалось влияние инвестиций в модернизацию (их рост

в три раза стабилизировал выбросы), а в третьем рост инвестиций в охрану атмосферного воздуха способствовал резкому снижению выбросов. Для диоксида серы уменьшение объема выбросов во втором периоде связано с ростом вложений в машины и оборудование, а в третьем – с инвестициями в охрану атмосферного воздуха при значимом отрицательном влиянии инвестиций в новое строительство. Во втором периоде снижение выбросов оксидов азота постепенно переходит в рост, что связано с ростом инвестиций в новое строительство и колебаниями инвестиций в охрану воздуха. В третьем периоде рост выбросов некоторое время продолжался, пока при небольшом увеличении ВВП не стали расти инвестиции в охрану воздуха.

Таблица 3. Результаты расчетов параметров функций (4) для выбросов загрязняющих веществ в РФ

Загрязнитель	m_2	m_3	h_2	h_3	v_2	v_3	$\ln A_2$	$\ln A_3$	R^2
Парниковые газы	0,857*		0,162***	0	-0,239*	-0,108*	0,61	1,89	0,910
Твердые частицы	0,177***	0	0	0,869*	-0,172***	0	4,77	8,13	0,905
Диоксид серы	0	1,004*	0	0,51*	-0,144*	0	5,30	2,28	0,945
Оксиды азота	0,412*	0,524*	0,198*		-0,214**	0	5,03	2,89	0,911

* $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,1$

С конца 1990-х годов быстрыми темпами увеличиваются инвестиции в российскую экономику и доля инвестиций в модернизацию экономики. Новые предприятия строились на основе современных технологий, структура экономики смещалась в сторону сферы услуг, что способствовало снижению воздействия на окружающую среду.

Расчеты показали, что взаимосвязь экономических и экологических показателей существенно менялась во время экономических кризисов, что говорит о возможности использования полученных зависимостей только для краткосрочного прогнозирования. Более качественные результаты получаются тогда, когда в качестве зависимой переменной используется отношение выбросов к ВВП. Проведившиеся по данным Карелии и других регионов расчеты также говорят о том, что изменение взаимосвязи экономических и экологических показателей происходило во время экономических кризисов.

Заключение. Проведенное исследование позволило объяснить, почему улучшаются экологические показатели при росте экономики, выявить факторы, ведущие к улучшению состояния окружающей среды, и количественно оценить их влияние. Наиболее важными оказались инвестиции в модернизацию в РФ и рост вложений в машины и оборудование в странах ЕС, который также связан с активной модернизацией экономики. В РФ большое влияние оказали структурные сдвиги, так как развитие российской экономики в XXI веке осуществлялось на новой технологической основе, увеличилась доля новых секторов экономики. В результате быстрый рост экономики в 2000-х годах происходил при некотором уменьшении загрязнений окружающей среды, а спад экономики после 2010 года сопровождался еще большим снижением отдельных видов загрязнений, в частности оксида углерода и твердых веществ.

Также необходимо отметить, что динамика экологических показателей в РФ, ЕС и Финляндии близка, хотя уровень загрязнений на единицу ВВП сильно отличается. Факторы, определяющие динамику загрязнений, в большинстве случаев совпадают, но степень их влияния различна. Поскольку для ЕС наиболее важной проблемой считается глобальное потепление, то и изменения законодательства ЕС были направлены в первую очередь на снижение выбросов парниковых газов. Несмотря на то что выбросы парниковых газов снизились меньше, чем выбросы других веществ, удалось избежать их роста.

Анализ данных по РФ показал, что на большинство загрязняющих воздух веществ в основном повлияли изменения экономической политики. Экологическое законодательство в РФ трансформировалось слабо, а реализация решений, которые могли заметно повлиять на деятельность предприятий, отодвигалась на будущее.

Исследования доказывают, что изменение законодательства в ЕС не приводило к резкой смене сложившихся взаимосвязей экономических и экологических показателей, причем это влияние не одномоментное, оно растягивается на несколько лет. После осуществленного анализа можно сказать, что и в РФ переход к новому законодательству станет постепенным, нормативы будут медленно ужесточаться, тенденции в межкризисный период – сохраняться. Возможно прогнозирование взаимосвязи экономических и экологических показателей на основе предложенных моделей.

Резкие и быстрые изменения сложившихся тенденций связаны с экономическими кризисами, которые могут привести к появлению новой тенденции или лишь на несколько лет вывести систему из равновесия, а затем ее развитие будет снова описываться уравнениями, аналогичными докризисным.

Литература

1. Ehrlich P.R., Holdren J. Impact of population growth. *Science*, 1971, no. 171, pp. 1212–1217.
2. Commoner B., Corr M., Stamler P.J. The causes of pollution. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 1971, no. 13 (3), pp. 2–19.
3. Dietz T., Rosa E.A. Rethinking the environmental impacts of population, affluence, and technology. *Human Ecology Review*, 1994, vol. 1, pp. 277–300.

4. 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), pp. 175–179.
5. York R., Rosa E.A., Dietz T. STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 2003, vol. 46 (3), pp. 351–365.
6. Liddle B. What are the carbon emissions elasticities for income and population? Bridging STIRPAT and EKC via robust heterogeneous panel estimates. *Global Environmental Change*, 2015, vol. 31, pp. 62–73.
7. Gilli M., Mancinelli S., Mazzanti M. Innovation complementarity and productivity effects: Reality or delusion? Evidence from the EC. *Ecological Economics*, 2014, vol. 103, pp. 56–67.
8. Fried B., Getzner M. Determinants of CO₂ emissions in a small open economy. *Ecological Economics*, 2003, vol. 45, pp. 133–148.
9. Lantz V., Feng Q. Assessing income, population, and technology impacts on CO₂ emissions in Canada: where's the EKC? *Ecological Economics*, 2006, vol. 57, pp. 229–238.
10. Chikaraishi M., Fujiwara A., Shinji Kaneko S., Poumanyong P., Komatsu S., Kalugin A. The moderating effects of urbanization on carbon dioxide emissions: A latent class modeling approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 2015, vol. 90, pp. 302–317.
11. Mazzanti M., Montini A. Embedding the drivers of emission efficiency at regional level - Analyses of NAMEA data. *Ecological Economics*, 2010, vol. 69, pp. 2457–2467.
12. Müller-Fürstenberger G., Wagner M. Exploring the environmental Kuznets hypothesis: Theoretical and econometric problems. *Ecological Economics*, 2007, vol. 62, pp. 648–660.
13. Бобылев С.Н. Взаимосвязь между уровнем благосостояния и устойчивым развитием. Кривая Кузнеця // Социально-экономический потенциал устойчивого развития. Сумы: Университетская книга, 2007. С. 134–159.
14. Постников В.П. Анализ загрязнения атмосферного воздуха: национальный и региональный аспекты // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2014. № 1. С. 117–124.
15. Глазырина И.П. Исследование качества экономического роста в контексте концепции устойчивого развития // Экономика природопользования. 2006. № 4. С. 21–31.
16. Забелина И.А. Эффект декаплинга в эколого-экономическом развитии регионов – участников трансграничного взаимодействия // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 1. С. 241–255. DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15
17. Bargaoui S., Liouane N., Nouri F. Environmental Impact determinants: An empirical analysis based on the STIRPAT model. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 109, pp. 449–458.
18. Asane-Otoo E. Carbon footprint and emission determinants in Africa. *Energy*, 2015, vol. 82, pp. 426–435.
19. Rosa E.A., York R., Dietz T. Tracking the Anthropogenic Drivers of Ecological Impacts. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 2004, vol. 33, pp. 509–512. Available at: <http://res.ku.edu/~crgc/NSFWorkshop/Readings/TrackingTheAnthropogenic%20Drivers.pdf> (дата обращения 03.11.2017).
20. York R. De-Carbonization in Former Soviet Republics, 1992–2000: The Ecological Consequences of De-Modernization. *Social Problems*, 2008, vol. 55, is. 3, pp. 370–390.
21. Cole M.A., Neumayer E. Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Population and Development Review*, 2004, vol. 26 (1), pp. 5–21.
22. Fan Y., Liu L., Wu G., Wei Y. Analyzing impact factors of CO₂ emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, 2006, vol. 26, pp. 377–395.
23. Sadorsky P. The effect of urbanization on CO₂ emissions in emerging economies. *Energy Economics*, 2014, vol. 41, pp. 147–153.
24. Feng K., Hubacek K., Guan D. Lifestyles, technology and CO₂ emissions in China: A regional comparative analysis. *Ecological Economics*, vol. 69, pp. 145–154.
25. Wang M., Che Y., Yang K., Wang M., Xiong L., Huang Y. A local-scale low-carbon plan based on the STIRPAT model and the scenario method: The case of Minhang District, Shanghai, China. *Energy Policy*, 2011, vol. 39, pp. 6981–6990.

26. Wang P., Wua W., Zhu B., Wei Y. Examining the impact factors of energy-related CO₂ emissions using the STIRPAT model in Guangdong Province, China. *Energy Policy*, 2013, vol. 106, pp. 65–71.
27. Li H., Mu H., Zhang M., Li N. Analysis on influence factors of China's CO₂ emissions based on Path–STIRPAT model. *Energy Policy*, 2011, vol. 39, pp. 6906–6911.
28. Wang Y., Zhao T. Impacts of energy-related CO₂ emissions: Evidence from under developed, developing and highly developed regions in China. *Ecological Indicators*, 2015, vol. 50, pp. 186–195.
29. He J. What is the role of openness for China's aggregate industrial SO₂ emission?: A structural analysis based on the Divisia decomposition method. *Ecological Economics*, 2010, vol. 69, pp. 868–886.
30. Cramer J.C. Population Growth and Air Quality in California. *Demography*, 1998, vol. 35, pp. 45–56.
31. Marin G., Mazzanti M. The evolution of environmental and labor productivity dynamics. *Journal of Evolutionary Economics*, 2010, vol. 23 (2), pp. 357–399.
32. Halkos G.E., Paizanos E.A. The effect of government expenditure on the environment: An empirical investigation. *Ecological Economics*, 2013, vol. 91, pp. 48–56.
33. Рюмина Е.В., Аникина А.М. Анализ влияния фактора природных ресурсов на уровень экономического развития регионов России // Проблемы прогнозирования. 2007. № 5. С. 106–125.
34. Забелина И.А., Клевакина Е.А., Нечушкина Е.В. Влияние экономической деятельности на окружающую среду в приграничных регионах // Региональные проблемы. 2015. № 4. С. 98–105.
35. Яшалова Н.Н., Рубан Д.А. Специфика анализа природоохранных инвестиций в рамках проблемы экологизации национальной экономики // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2016. № 35. С. 2–12.
36. *Research in Support of Air Pollution Policies. Results from the first phase of the Swedish Clean Air and Climate Research programme.* Stockholm, 2017. 60 p.
37. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т. Оценка взаимовлияния экономических и экологических процессов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 2. С. 213–224.
38. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В. Оценка влияния развития экономики на состояние окружающей среды и выбросы парниковых газов // Друкеровский вестник. 2018. № 2. С. 203–215.
39. Софронова А.А. Национальная экологическая политика России и Финляндии как форма осуществления государственного управления // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2015. № 3. С. 115–119.

Сведения об авторах

Павел Васильевич Дружинин – доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт экономики Карельского научного центра РАН (185530, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, д. 50; e-mail: pdruzhinin@mail.ru)

Галина Тимофеевна Шкиперова – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт экономики Карельского научного центра РАН (185530, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, д. 50; e-mail: shkiperova@mail.ru)

Ольга Вячеславовна Поташева – кандидат экономических наук, научный сотрудник, Институт экономики Карельского научного центра РАН (185530, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, д. 50; e-mail: ovpotash79@gmail.com)

Дмитрий Александрович Зимин – доктор философии (PhD), доцент, научный сотрудник, Карельский институт, Университет Восточной Финляндии (80101, Финляндия, Йоэнсуу, PL 111, ул. Yliopistokatu, д. 2; e-mail: dmitry.zimin@uef.fi)

Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Potasheva O.V., Zimin D.A.

The Assessment of the Impact of the Economy's Development on Air Pollution

Abstract. The economic growth has a negative impact on the environment, that is why the development of models, which would reveal the influence of different factors on the change of the environment, is necessary. In order to study environmental and economic processes, a new approach was proposed, and special models, which allow assessing the impact of the investment policy and environmental activities, were created. It gives an opportunity to link the change of the environment with approved management decisions. The purpose of the article is to identify reasons that cause transformations of the interconnection between economic and environmental indicators, to study the impact of the change of environmental legislation and other external shocks on environmental and economic processes in the Russian Federation and the European Union on the example of air environment. The relevance and significance of this work is determined by changes of environmental legislation in the Russian Federation, which is currently based on the best available technologies (BAT), and the need to build models that would allow predicting the development of environmental and economic processes in changing interconnections of indicators within the emerging practice of applying new legislation. The novelty of the research is the development of models, which allow analyzing the impact of external shocks on environmental and economic processes, on the basis of the proposed approach. Empirical analysis of data was carried out, and models of environmental and economic processes were constructed. It turned out that the change of EU legislation did not lead to a sharp transformation of existing interconnections between economic and environmental indicators, which were associated with economic crises. Crises may contribute to the emergence of a new trend or just bring the system out of balance for a few years, but later its development will again be described by equations similar to pre-crisis ones. The study also allowed us to explain the improvement of environmental indicators with the growth of Russian and EU economies. Its results may be used in the development of strategic documents for the development of regions and countries. Further studies are related to the assessment of various scenarios for the development of regions of the European North of the Russian Federation.

Key words: economic development, environmental protection investments, modernization, structural shifts, model, emissions of pollutants into the atmosphere, greenhouse gases.

Information about the Authors

Pavel V. Druzhinin – Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Economics of the Karelian Research Centre of RAS (50, A. Nevsky avenue, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185530, Russian Federation; e-mail: pdruzhinin@mail.ru)

Galina T. Shkiperova – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Economics of the Karelian Research Centre of RAS (50, A. Nevsky avenue, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185530, Russian Federation; e-mail: shriperova@mail.ru)

Olga V. Potasheva – Candidate of Sciences (Economics), Researcher, Institute of Economics of the Karelian Research Centre of RAS (50, A. Nevsky avenue, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185530, Russian Federation; e-mail: ovpotash79@gmail.com)

Dmitriy A. Zimin – Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor, Researcher, University of Eastern Finland (PL 111, Karelian Research Centre, UEF Joensuu, 80101, Finland; e-mail: dmitry.zimin@uef.fi)

Статья поступила 07.06.2019.