
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

УДК 911.3: 632.15 (47+57)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КРИЗИСОВ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ ПОСТСОВЕТСКОГО ПЕРИОДА: РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ

© 2021 г. В.Р. Битюкова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия*

** e-mail: v.r.bityukova@geogr.msu.ru*

Влияние экономических кризисов в постсоветской истории на состояние окружающей среды разнонаправленно и неравномерно проявляется по регионам. В периоды кризисов зависимость показателей загрязнения от изменения ВВП (ВРП) и объемов промышленного производства выше, чем в периоды экономического роста. В годы кризисов сокращается промышленное загрязнение, снижаются объемы выбросов в атмосферу и загрязненных сточных вод, в меньшей степени водопотребление; напротив, не зависят от изменения ВРП выбросы от автотранспорта, объем токсичных отходов, площадь нарушенных земель и лесных пожаров. Только удельные параметры загрязнения возрастают в кризисы. Интегральный индекс антропогенного воздействия меньше зависит от динамики ВРП, чем часть показателей нагрузки на природную среду. При общей тенденции к снижению экологической напряженности наибольшей стабильностью характеризуется группа регионов с критическим уровнем воздействия, а группа регионов с незначительным уровнем нагрузки на природную среду сжимается. Различия в санирующей роли кризисов обусловлены их длительностью, глубиной и структурными особенностями, а также смягчающим воздействием мер государственной поддержки. Системный кризис 1990-х годов привел к сокращению всех показателей, затрагивая 90% регионов, в то время как финансовые кризисы 1998 и 2008–2009 гг. затронули 70% регионов, а кризисы 2014–2015 и 2020 гг. – 30–60% регионов. Несмотря на то что для страны в целом ослабевает зависимость уровня загрязнения от уровня и динамики экономического развития, с каждым новым кризисом увеличивается количество регионов, где экологическая ситуация продолжает ухудшаться, несмотря на экономический спад.

Ключевые слова: эколого-экономический анализ, интегральный индекс, антропогенное воздействие, Россия, регионы.

DOI: 10.5922/1994-5280-2021-4-6

Введение и постановка проблемы. Последствия экономических кризисов исследуются в социальной, экономической, психологической и философской плоскостях. В области проявлений кризиса особое внимание уделяется выявлению источников, первопричин, деструктивных тенденций, оценке самих кризисных явлений и поиску активных мер выхода, путей преодоления последствий, в том числе и экологических. При этом экономический кризис может породить иллюзию снижения давления на окружающую среду. Последний кризис привел к переосмыслению многих явлений, уве-

личению требований к окружающей среде. Однако уменьшение ВВП не прямо коррелирует со снижением экологической нагрузки и деградации окружающей среды: объемы добычи топливно-энергетических ресурсов и величины экологического давления ТЭКа снижаются незначительно, сокращаются инвестиции в охрану окружающей среды и степень контроля, увеличивается аварийность, тормозятся проекты по управлению отходами, распространяются лесные пожары.

Влияние кризисов на экологическое состояние разнонаправленно и имеет свою региональную проекцию. Оно по-разному

отражается на отдельных показателях антропогенного воздействия и интегральном индексе экологической напряженности. Экономико-географический подход к исследованию экологических проблем территорий базируется на комплексном анализе и оценке их причин, важное место среди которых занимают динамика и структурные трансформации в материальном производстве.

Обзор ранее выполненных исследований. Проблемы влияния экономической динамики на экологическую ситуацию затрагивались в работах многих экономистов, экологов и географов. Доминирующая в научном и общественном дискурсе 1970-х годов критика негативных тенденций западной цивилизации, развенчание технократического мифа об экономическом росте как наиболее эффективном средстве решения всех проблем постепенно вытеснялась представлением о оптимальном уровне экономического развития, при котором ущерб окружающей среде будет минимальным. В такой ситуации кривую С. Кузнеця было предложено использовать в экологической политике [13; 22]. Возникло понимание, что минимизация негативного воздействия на природу возможна при экономическом росте, поскольку по мере накопления богатства меняется структура факторов нагрузки на среду, увеличивается спрос на экологически чистую продукцию, повышаются требования к окружающей среде [12; 15], а также, что настоящий экологический кризис возникает скорее в условиях бедности, нежели изобилия [14].

В эмпирических исследованиях измерение и оценка экологоориентированного развития всегда включают два противоположно направленных типа индикаторов (*экономической динамики и отрицательных экологических последствий*), большая часть которых сводится к трем типам сочетаний:

1) оба блока показателей равноправны, и качество современного развития рассматривается на пересечении координат экономических и экологических индикаторов: например, в GAIN-Index¹ это соотношение уязвимости страны к глобальным проблемам в сочетании с ее готовностью повышать сопротивляемость;

2) один блок рассматривается в функциональной зависимости от другого: моделирование развития систем (предприятий, регионов, стран) с использованием *переменных роста* как желательных (индикаторами роста являются ВВП [16; 19; 20], добавленная стоимость в промышленности [17], производство и потребление энергии [12], и *переменных отрицательных экстерналий* – эмиссия CO₂ и реже SO₂ (как индикатор потребления нефтяного топлива);

3) показатели экологической цены интегрируются в индексы экономического роста: это новые макроэкономические показатели, нивелирующие недостатки традиционных, т.е. учитывающие экологические последствия, например, индекс скорректированных чистых накоплений включает более широкий учет человеческого капитала и экологического фактора [18; 21].

Российские авторы в основном фокусируются на рассмотрении цены экономического роста [1; 7; 9; 10; 23]. Экологические последствия кризиса исследуются редко. С.Н. Бобылев [4] отмечает неоднозначность воздействия кризисов на окружающую среду. Негативные экологические последствия кризиса связаны с первоочередным сокращением затрат на природоохранные нужды, замедлением структурно-технологической перестройки экономики в пользу ресурсосберегающих инновационных отраслей и видов деятельности, удешевлением сырья и энергии, что подрывает стимулы для их экономии, ростом браконьерства. Напротив, новые возможности в условиях кризиса связаны с выводом наиболее устаревших активов, замедлением экспансии природоэксплуатирующих компаний в труднодоступные и экологически чистые районы, возможностью предотвратить реализацию мегапроектов, снизить загрязнение окружающей среды, связанное с производством.

Неоднозначно выглядит усиление роли государства в условиях кризисов в реализации экологической политики. Идеи активного государственного регулирования, сформулированные еще кейнсианской экономической школой, оказали существенное влияние на первые этапы становления государственной экологической политики. Появились рекомендации проводить в периоды рецессии и кризиса общественные работы по благоустройству и охране природы с привле-

¹ См.: <https://gain-new.crc.nd.edu>

чением безработных, к работам по озеленению привлекать молодежь.

В России неэкологичность кризисных явлений была оценена в региональном анализе антропогенного воздействия под влиянием структурных сдвигов в экономике в переходный период [8; 11]. Но измерение экологической ситуации рассматривалось с помощью отдельных показателей объема выбросов, стоков, относительно экономической динамики, энергопотребления [1], не используя интегральные оценки, характеризующие ситуацию в целом.

Материалы и методика исследования.

Целям эколого-экономического регионального анализа в наибольшей степени соответствуют интегральные (агрегированные) индикаторы антропогенного воздействия (АВ). Интегральный индекс АВ (ИАВ) рассчитан по методике, апробированной ранее для России и стран постсоветского пространства и включающей нормированные показатели, выбор которых обоснован в предыдущих исследованиях [3]. Одним из критериев выбора показателей было их наличие в открытых официальных статистических данных, публикуемых федеральными структурами, что позволяет избежать дискуссионных показателей, для расчета которых требуются специальные исследования. Другим критерием была их сопоставимость за исследуемый период; при невозможности исключения показателя изменение методики его расчета учитывалось при интерпретации результатов.

Для оценки динамики экологической ситуации в регионах за 1990–2020 гг. в методику были внесены некоторые изменения. Во-первых, показатели нормировались не относительно максимальных и минимальных значений конкретного года, а ориентируясь на стабильные референтные точки, чтобы отслеживать динамику реального роста/снижения АВ по каждому индикатору и в целом. В показателях доли в качестве таковых был использован диапазон от 0 до 100%. Для показателей, не имеющих максимума, с учетом того, что большинство из них имеют тенденцию к снижению, в качестве референтных точек были приняты значения максимального и минимального значения за период (1990–2020 гг.), увеличенные и уменьшенные на 20% (табл. 1). Таким образом регионы распределялись в диапазоне

фиксированных, но недостижимых в рассматриваемый период значений. При крайне высоких различиях, искажающих итоговый индекс, в международных сопоставлениях применяется процедура дисконтирования или логарифмирования.

Вторым отличием методики, применяемой для сравнения с динамикой ВРП и промышленного производства в кризисные периоды, является исключение показателей радиационной обстановки из интегрального индекса, поскольку этот вид загрязнения является следствием в большей степени аварий предыдущего периода, а не современного функционирования ядерного топливного цикла.

Интегральный индекс АВ рассчитывался как сумма средних по блокам (видам воздействия) по формуле (обозначения показателей приведены в таблице выше):

$$ИВА = \left(\left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) + \left(\frac{B_1 + B_2 + B_3}{3} \right) + \left(\frac{C_1 + C_2}{2} \right) + \left(\frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7}{7} \right) + \left(\frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \right) \right) / 5$$

Результаты исследования.

Экологические особенности кризисов: анализ отдельных индикаторов.

Каждый этап экономического развития постсоветской России имел свои отраслевые и региональные особенности. *Трансформационный кризис середины 1990-х годов* был обусловлен переходом от плановой экономики к рыночной. Наиболее неблагоприятными почти для всех отраслей промышленности были 1992, 1993, 1994 и 1998 гг. Практически все изменения в сфере природопользования имели автономный характер от экологической политики и в большей степени были обусловлены макроэкономической ситуацией в стране и фактором структурной перестройки экономики. В этот период в первую очередь сократились фонды природоохранного назначения, началась технологическая деградация, что привело к дополнительным потерям ресурсов. Неиспользуемое оборудование старело физически и морально, сокращение численности занятых и снижение квалификации кадров, отсутствие должного контроля загрязнения усугубили положение.

Таблица 1. Референтные точки и полярные значения индикаторов (1990–2020 гг.)

Индикатор и источники информации	Референтные точки		Региональные различия	
	max	min	max	min
A ₁ Плотность выбросов, т/га земель промышленности, транспорта и пр. назначения (источники данных: [24], Росстат)	10	0	8,5	0,05
A ₂ Коэффициент токсичности (отношение объема выбросов всех загрязнителей с учетом их токсичности к валовому выбросу региона) (рассчитано по данным Росстата)	83,2	6,82	100	1
B ₁ Доля использованной воды от ресурсов речного стока, % (источники данных: [5; 22])	82	0	68	0,01
B ₂ Удельный сброс стоков на единицу ресурсов речного стока, % (источники данных: [5; 25])	27	0	22,6	0,09
B ₃ Доля загрязненных стоков (источники данных: [5; 25])	100	0	98	10
C ₁ Плотность размещения токсичных отходов в расчете на площадь промышленных земель, т/га (источники данных: [23; 24])	17	0	14	0,06
C ₂ Доля нарушенных земель, % га (источники данных: [23; 24])	5	0	4,3	0,10
D ₁ Доля сельхозугодий, % (источник данных: [24])	100	0	87	0,01
D ₂ Доля пашни в площади сельхозугодий, % (источники данных: [24; 28])	100	0	88,5	0,10
D ₃ Плотность поголовья скота (усл. голов без птицы на 1 га пастбищ) (источники данных: [24; 28])	716	40	597	0,27
D ₄ Минеральные удобрения (в пересчете на 100 % питательных веществ), кг/га посевов (источник данных: [28])	280	2	234	2,6
D ₅ Органические удобрения, т/га посевов (источник данных: [28])	45	0	38	0,10
D ₆ Доля мелиорированных земель, % от посевов (источники данных: [24; 28])	20	0	17	0,17
D ₇ Объем внесения пестицидов, кг/га (источник данных: [6; 24])	45	0	37,5	0
E ₁ Доля лесов, погибших от болезней и гарей, % (источник данных: [24; 26])	10	0	8,47	0,004
E ₂ Объем заготовленной древесины, % от общего запаса древесины на корню (источник данных: [26])	8	0	6,4	0,01
E ₃ Доля нелегальных рубок от запаса, % (рассчитано по данным: [24;26])	0,62	0	0,52	0

Кризис не только не улучшил экологическую ситуацию в стране, но и существенно обострил проблему, превратив ее в системную. Объемы загрязнения и потребления природных ресурсов сократились значительно медленней, чем ВВП и промышленное производство. В результате, удельные выбросы в атмосферу от всех типов источников по отношению к ВВП увеличились на 11%, в промышленности – на 25%; удельное водопотребление экономики на 14%, промышленное – на 64%; на 30% увеличился удельный объем загрязненных сточных вод (рис. 1).

Структурные сдвиги в промышленности не способствовали снижению загрязнения. Относительной экономической стабиль-

ностью отличались отрасли с наибольшим удельным загрязнением. Устойчивым было загрязнение в энергетике, нефтяной промышленности, черной и цветной металлургии. Неблагоприятная ситуация была в легкой, лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности.

Тем не менее по ряду параметров некоторым отраслям (например, энергетике и нефтеперерабатывающей промышленности) удалось добиться роста экологичности производства. Тенденции к сокращению удельных выбросов в атмосферу наблюдались также в химической промышленности, промышленности строительных материалов, газовой промышленности, машиностроении и пищевой промышленности.

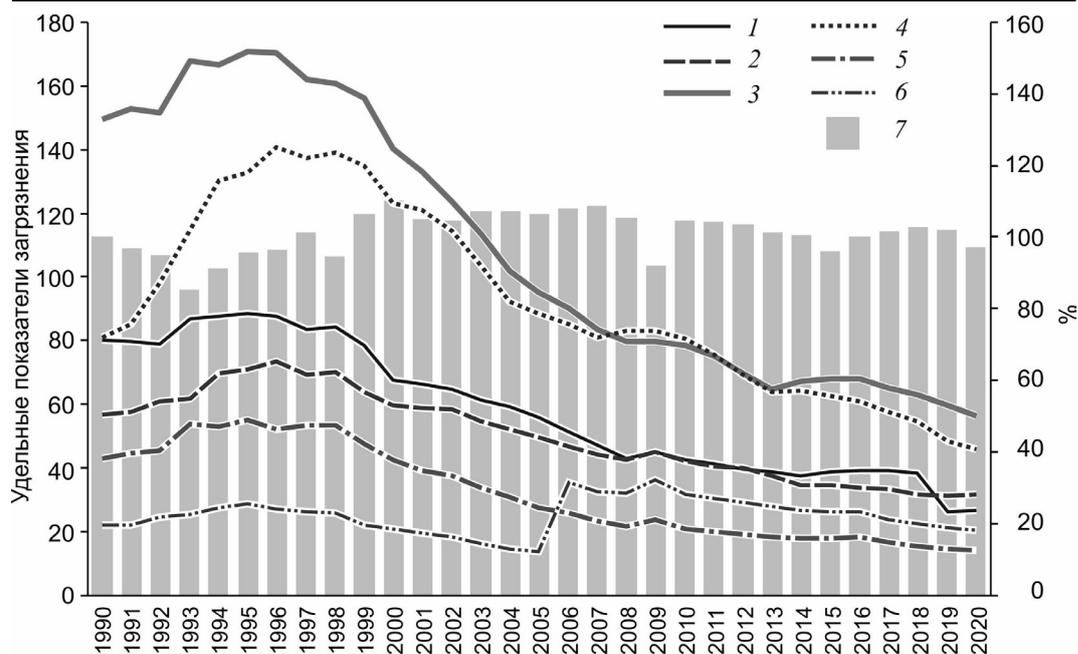


Рис. 1. Динамика удельных показателей загрязнения России, 1990–2020 гг.

- 1 – суммарные выбросы к ВВП, кг/1000 руб. ВВП в ценах 1990 г.;
 2 – выбросы в промышленности, кг/1000 руб. промышленного производства в ценах 1990 г.;
 3 – водопотребление к ВВП, л/руб. ВВП;
 4 – водопотребление в промышленности, л/руб. промышленной продукции;
 5 – стоки к ВВП;
 6 – стоки в промышленности;
 7 – ВВП, % к предыдущему году (правая шкала).

Отраслевая специфика кризиса обусловила и региональные особенности. Спад экономики был менее сильным в регионах с экспортным потенциалом (отрасли ТЭК и частично металлургия) и в Москве, где сильный промышленный спад был компенсирован опережающим развитием сектора услуг. Объем выбросов не сократился только в Республике Коми и Ненецком АО, а также в небольших депрессивных регионах. Объем водопотребления не сократился только в Бурятии и в Псковской области, где была запущена Дедовичская ГРЭС. Объем стоков сократился в 3/4 регионов, рост продолжался только в республиках юга Сибири и Северного Кавказа.

Финансовые кризисы 1998 и 2008–2009 гг. были частью глобальных экономических кризисов, затронувших Россию. В 1998 г. спад промышленного производства был кратковременным, а последовавшая девальвация способствовала импортозамещению и дальнейшему росту. Снижение большинства параметров загрязнения происходило теми

же темпами, что и ВВП и промышленное производство, на 3–5%. В результате удельные показатели также выросли незначительно, на 0,3–1,5%, а удельные стоки даже сократились на 0,5%. Исключение составляет объем токсичных отходов, увеличившийся на 20%, что было общей тенденцией, начиная с 1994 г. (этот вывод сделан без учета динамики отходов V класса опасности – неопасных отходов, составляющих подавляющую величину в общей массе отходов). Объем выбросов сократился в 3/4 регионов, исключение составили нефтегазовые, пригородные и аграрные регионы юга России. В целом, несмотря на спад производства по сравнению с предыдущим кризисом рост загрязнения продолжился уже в большем числе регионов. Объем стоков вырос везде, кроме регионов размещения крупных ГРЭС и АЭС (Мурманская, Воронежская, Тверская, Костромская, Свердловская области). Объем отходов сократился только в половине регионов; продолжал расти в регионах черной металлургии.

Таблица 2. Динамика показателей в кризисные периоды, % к докризисному году

Показатель	1995/1991	1998	2008–2009	2014–2015	2020
ВВП	69	95	92/81*	97	97
Промышленное производство	50	95	89/82	96/33	97/60
Выбросы в атмосферу от стационарных источников	62/94	97/72	95/73	94/50	98/45
Выбросы от автотранспорта	103/16	104/24	100/48	103/64	97/100
Использование свежей воды	80/98	94/79	92/86	102/66	92/86
Использование свежей воды в промышленности	82	96,3	89	100/67	93/65
Сброс загрязненных сточных вод	88/73	95/73	100/84	95/64	93/74
Сброс загрязненных сточных вод промышленности	71	94	100	99	94
Объем токсичных отходов	н.д.	120/48	90/42	98/60	90/48
Площадь нарушенных земель	н.д.	80/69	101/90	99/83	34/100

* В знаменателе – доля регионов, в которых наблюдалось сокращение показателя.

В кризис 2008–2009 гг. ведущим фактором вновь стал спад производства, но его позитивное влияние на экологическую ситуацию оказалось значительно меньшим, чем в 1990-е годы. Загрязнение атмосферы вновь сократилось, а затем выросло; зависимость от динамики производства проявлялась, но в меньшей степени, чем в годы предыдущего кризиса. Не удалось сократить энергоёмкость экономики, ликвидировать наиболее старые активы в энергетике, что вновь привело к увеличению загрязнения в последующие годы: удельные выбросы увеличились на 5%, удельные стоки – на 8%, причем в промышленности – на 12%. Удельное водопотребление осталось на прежнем уровне, как и образование отходов. Резко выросла площадь нарушенных земель в промышленности, что связано с развитием добывающей отрасли. Значительно увеличилась площадь лесов, пройденных пожарами и болезнями – на 73% к 2008 г. и еще на 8% к 2009 г., что большинство экспертов связывает с принятием нового лесного кодекса РФ в 2006 г., сократившим финансирование отрасли. Как и в предыдущем кризисе, выбросы продолжали расти лишь в пятой части регионов, но это в основном республики Поволжья, Северного Кавказа с небольшими объемами загрязнения и депрессивные регионы Сибири и Дальнего Востока с высокой долей отопительных систем в структуре загрязнения.

Среди экономистов нет единого мнения относительно причин кризиса 2014–2015 гг., но доминирует точка зрения, что они внутренние: страна исчерпала возможности

роста внутреннего потребления и не сформировала новых в рамках существующей институциональной модели и инвестиционного климата. Санкции и снижение нефтяных цен только ускорили негативный тренд. Стагнация российской экономики началась в конце 2012 г. В 2013 г. промышленное производство не росло. В результате объем выбросов и сточных вод в промышленности плавно сокращался с 2012 г., а объем водопотребления, образования отходов и площади нарушенных земель начал сокращаться в период кризиса. Большинство экологических индикаторов сократились на 1–3%.

После 2009 г. зависимость между динамикой производства и динамикой загрязнения проявлялась уже в минимальной степени. Спад промышленного производства отмечался почти в трети регионов, а спад инвестиций – в половине. Объем выбросов сократился в половине регионов страны. Динамика загрязнения воздуха по-прежнему на 85% определялась тремя отраслями, доля каждой из которых в объеме выбросов в 1,5–2,5 раза выше, чем в объеме промышленного производства. Это добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (31% объема выбросов в атмосферу); металлургический комплекс (28%), для которого характерно устойчивое сокращение выбросов при небольшом снижении производства и одни из самых высоких в промышленности удельные выбросы; а также производство и распределение электроэнергии, газа и воды (26% объема выбросов). Для энергетики устойчиво характерны наибольшие удельные выбросы

в атмосферу и самая высокая степень зависимости загрязнения от объемов производства (коэффициент корреляции 0,65), что свидетельствует о низком уровне модернизации отрасли. Все три отрасли к 2016 г. сократили объем выбросов на 10–15% по сравнению с 2008 г., причем металлургия и энергетика сокращали и объем производства, а добыча топливно-энергетических полезных ископаемых обеспечила экономический рост. Наиболее позитивные тенденции были характерны для целлюлозно-бумажного, химического производства, производства кокса и нефтепродуктов, когда при заметном росте производства наблюдалось существенное сокращение объемов загрязнения атмосферы.

Автомобильный транспорт стал ведущим источником выбросов в половине регионов страны. Объем выбросов от автотранспорта продолжал расти, хотя темпы роста (1,5%) были значительно ниже темпов автомобилизации, чему способствовали обновление автопарка, улучшение качества топлива, расширение дорожной сети, усиление ее связности. В этот период усиливалась нагрузка аграрного комплекса, а также рубки лесов, пожары и болезни. Удельные показатели демонстрировали слабый рост (0,4–4%).

Кризис 2020–2021 гг., связанный с пандемией COVID-19, обусловил снижение ВВП и промышленного производства на 3%. Влияние данного кризиса на экологическую ситуацию просматривается значительно меньше, этому во многом способствуют и искажения в статистике. Продолжилось сокращение объемов водопотребления, которое в промышленности происходило значительно быстрее, чем в целом по экономике, и объема загрязненных сточных вод. Напротив, смена роста на сокращение произошла для показателей, зависящих от промышленного загрязнения: объемов выбросов от стационарных источников, площади нарушенных земель, объема отходов.

В 2019 г. изменилась методика учета выбросов от транспорта и площади нарушенных земель, статистически сократившая оба показателя в 3 раза. Одним из главных «бенефициаров» новой методики стала Москва, объем выбросов которой, несмотря на значительные усилия по развитию общественного транспорта, комплекса мер по предотвращению притока автомобилей в центр города и строительству дорожной сети, снижался

крайне медленно, составляя около 940 тыс. т в год. По новой методике объем выбросов составил 330 тыс. т.

В отличие от всех предыдущих кризисов, все удельные параметры (кроме удельных выбросов) снизились, но говорить о том, что даже кризисы в современной российской экономике не могут увеличивать удельное загрязнение нельзя, поскольку это в значительной степени эффект изменения системы учета. Российская статистика не учитывает объем выбросов от индивидуального жилья в городах, дачной и коттеджной застройки в пригородах, выброс которых на единицу сожженного топлива на порядок выше, чем у централизованных систем теплоснабжения. Кроме того, переезд значительной части городского населения в пригород или присутствие на карантине в частном секторе компенсирует сокращение выбросов промышленных предприятий.

Таким образом, разные аспекты экологической ситуации регионов неравномерно меняются в периоды кризисов:

- объем выбросов сокращается, особенно сильно в регионах с минимальными значениями; загрязнение в крупных регионах почти не меняется;
- объем водопотребления и площадь мелиорированных земель сокращается в кризисы практически повсеместно, объем сточных вод плавно снижается весь период, причем в регионах с большими объемами стоков наибольшими темпами; в результате межрегиональные различия также снижаются;
- нестабильны тенденции в объеме заготовки древесины (небольшое снижение в 2009 г. сменил резкий рост в 2016–2017 г., причем в основном в крупных лесных регионах) и площади нарушенных земель, изменения которой носят трудно объяснимый волнообразный характер;
- объем отходов растет; для данного показателя характерен самый высокой уровень концентрации, который продолжает увеличиваться;
- самый нестабильный показатель – площадь лесов, пройденных пожарами или погибшими от болезней, поскольку он зависит и от погодных, и от экономических (финансирование пожарной и лесохозяйственной службы,

наличие резервов для оплаты сезонных пожарных и пр.), и от социальных (большинство пожаров имеют антропогенное происхождение и являются следствием сжигания травы вокруг населенных пунктов) и институциональных условий (лесохозяйственных регламентов отдельных территорий, организации работы в регионах, и пр.) и других факторов.

Таким образом, в кризисные годы динамика различных показателей определяется в основном изменениями в крупных по каждому параметру регионах, но по-разному: по одним показателям наблюдается спад, а по другим рост. Поэтому и изменение территориальной структуры загрязнения в кризисные годы разнонаправленно. По уровню загрязнения атмосферы, образованию отходов и нагрузке на леса межрегиональные различия в кризисные годы растут; по нагрузке на водные ресурсы, воздействию аграрного комплекса и площади нарушенных земель – снижаются.

Интегральная оценка экологической ситуации в регионах в периоды кризисов

Помимо анализа воздействия ключевых факторов, а также трендов экологической ситуации необходима комплексная оценка трансформации эколого-экономической ситуации. В интегральном индексе есть показатели, которые в большей (воздушное, водное загрязнение) или в меньшей нагрузке на лесной комплекс, образование отходов) степени зависят от экономической динамики. Поэтому интегральный показатель АВ неоднозначно реагирует на изменение экономической ситуации в регионах.

В 1990-е годы ИАВ снижался почти во всех регионах и степень межрегиональных различий заметно сократилась к 1998 г. (от 3,6 до 1,8 раз). В группе регионов с критическим уровнем АВ в 1990 г. проживало 36% населения страны, к 1998 г. – 28%. Стабильное ядро данной группы составляют регионы с преобладанием промышленной нагрузки, где основные факторы АВ унаследованы от предыдущей эпохи, при этом воздействие стало не только мощным, но и сплошным (Челябинская, Свердловская, Кемеровская области). В столичной агломерации нагрузка очень сильно сместилась в Московскую область, растущая концентрация населения

обусловила значительные объемы сточных вод, отходов, повышенное воздействие автотранспорта. В условиях высокого уровня АВ в 1990 г. проживало около 17% населения страны. К концу кризисного периода эта группа сократилась на 4/5. В ней остались Краснодарский и Красноярский края, Ярославская, Нижегородская, Курская, Воронежская области (рис. 2). Средняя степень АВ отмечалась в регионах с «грязными» производствами, которые испытали интенсивный спад; с преобладанием крупных предприятий относительно чистых отраслей (Новосибирская область, Алтайский край, Республика Мордовия), или регионах, куда смещалась нагрузка (Тюменская область, Республика Коми). Число регионов с умеренным, пониженным и низким уровнем АВ увеличилось в период экономического спада 1990-х годов, но с началом экономического роста вновь сократилось.

В кризис 2008 г. ИАВ снизился в 52 регионах. Из регионов с высоким уровнем воздействия – это Красноярский край и Свердловская область; средним – Башкирия, Ханты-Мансийский АО, Республика Коми, Кемеровская область. Группа регионов с критическим уровнем нагрузки сократилась до трех (Москва, Московская и Белгородская области), но максимальное значение ИАВ увеличилось на 2%, а минимальное – на 30%. Сократился уровень воздействия во многих промышленных регионах, ранее относящихся к группе с максимальным ИАВ. Больше всего расширилась группа со средним уровнем: в нее вошли регионы, снизившие воздействие на атмосферу (Тульская, Липецкая, Вологодская области), земельные ресурсы (республики Татарстан и Башкортостан), водные ресурсы (Краснодарский край, Ростовская и Оренбургская области). Группа регионов с минимальным уровнем ИАВ сократилась на треть, так как повысился уровень воздействия в Тюменской области и республиках Тыва и Чечня.

В 2014–2015 гг. в группе регионов с критическим уровнем воздействия остались Москва с Московской областью и Санкт-Петербург с Ленинградской, причем в первом случае ИАВ сократился по сравнению с 2010–2013 гг., а во втором – вырос на 5%, в основном из-за объемов водопотребления и накопления твердых отходов. Заметно расширилась группа регионов с высоким уров-

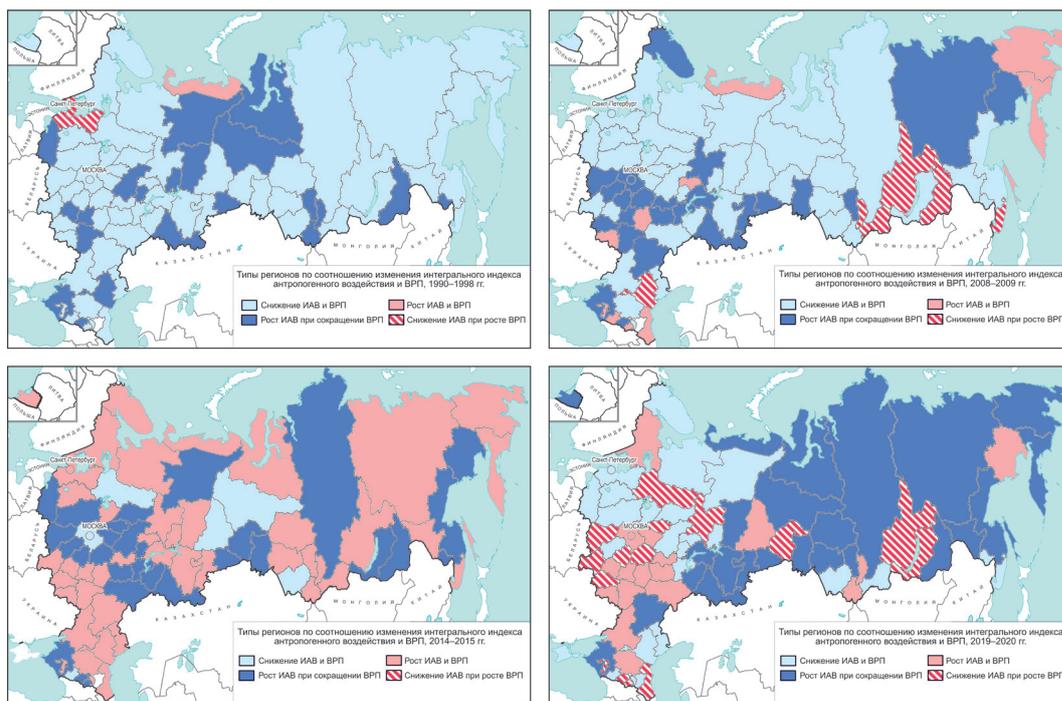


Рис. 2. Интегральный индекс интенсивности антропогенного воздействия в регионах России в 1998, 2008, 2014, 2020 гг.

нем АВ. Основу данной группы, как правило, составляли промышленные регионы с высокой долей черной и цветной металлургии (Кемеровская, Липецкая, Белгородская, Челябинская, Вологодская, Свердловская области, Красноярский край). В 2014–2015 гг. в данную группу попали также агропромышленные регионы (Республика Крым, Оренбургская область, Краснодарский край), где выросли уровни нагрузки аграрного комплекса в значительной степени за счет государственной поддержки. Причем ИАВ в период кризиса вырос во всех регионах данной группы и в большинстве регионов со средним уровнем АВ. Группа регионов со средним уровнем АВ увеличилась на треть за счет промышленных регионов, снизивших загрязнение в предыдущий период (Республика Хакасия, Иркутская, Смоленская, Ярославская области, Ставропольский край), а также за счет регионов, где существенно усилилась нагрузка на лесной комплекс (Еврейская автономная область, Республика Саха (Якутия), Амурская и Томская области). Так же, как и в предыдущий кризис сократилась группа регионов с наименьшим уровнем

АВ, так как он вырос в Республике Тыва и Астраханской области.

В 2020 г. территориальная структура АВ заметно изменилась. В группе с высоким уровнем АВ остались только Кемеровская и Белгородская области, концентрирующие огромную часть промышленных отходов страны. Средний уровень характерен как для мощных промышленных и агропромышленных регионов, всегда составлявших ядро данной группы (Республика Карелия, Липецкая, Оренбургская область, Мурманская область, Башкортостан, Тульская область, Краснодарский Ставропольский край), так и для регионов, сокративших влияние, в том числе и статистически (Московская область с Москвой, Ленинградская область с Санкт-Петербургом, Красноярский край, Челябинская и Свердловская области). Одновременно сократилась до пяти регионов группа с наименьшим уровнем ИАВ (Ямало-Ненецкий и Ненецкий АО, Республика Алтай, Астраханская область и Республика Тыва). Остальные регионы распределились поровну между группами со средним и умеренным ИАВ. Таким образом, в 2020 г. региональные различия заметно сократились (рис. 3).

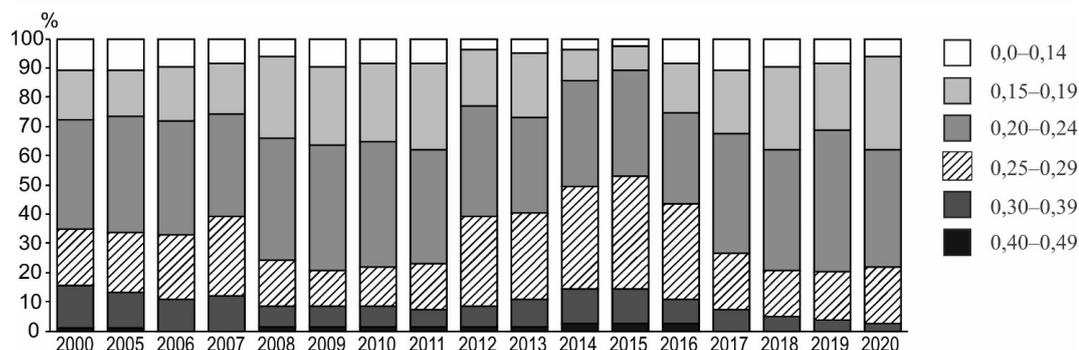


Рис. 3. Региональная структура индекса антропогенного воздействия в 2000–2020 гг.

Соотношение изменения ИАВ и динамики экономических показателей

Все разнообразие сценариев динамики воздействия материального производства на окружающую среду можно принципиально свести к четырем типам:

1) *экологическая деградация*, когда экономический спад сопровождается ростом загрязнения окружающей среды;

2) *депрессивное развитие* – экономический спад сопровождается снижением загрязнения;

3) *экстенсивное экологическое развитие* – экономический рост сопровождается ростом загрязнения;

4) *сбалансированное развитие*, когда экономический рост сопровождается снижением загрязнения.

Сценарии изменения ИАВ по отношению к ВРП в пространственном отношении значительно более мозаичны, чем отдельные показатели; коэффициенты структурной зависимости не показывают практически никаких зависимостей. Максимальный уровень зависимости наблюдался в кризисный период 1991–1998 гг. Почти во всех регионах ИАВ сократился, но в нефтяных и наиболее депрессивных он увеличился, и в результате сложился сценарий деградации (рис. 4).

В кризис 2008–2009 гг. ИАВ продолжал снижаться в половине регионов, формируя мозаичную картину очень разных сценариев. В наибольшей степени сокращались объемы выбросов, АВ на водные источники и леса, аграрная нагрузка. В регионах Черноземья, в Краснодарском крае, а также в регионах, где в структуре источников воздействия доминирует добывающая промышленность (Якутия,

Кемеровская и Магаданская области) ИАВ продолжал расти при снижении ВРП.

В отличие от загрязнения воздуха и в меньшей степени загрязнения поверхностных вод интегральный индекс демонстрирует значительно меньшую зависимость от динамики ВРП и промышленного производства. Впрочем, и частные индикаторы тоже не коррелируют с ВВП или объемом промышленного производства: в целом за период 1990–2020 гг. статистически значимый коэффициент корреляции наблюдается только с объемом загрязненных сточных вод в промышленности. Однако в 1990–1998 гг. большинство показателей экологической нагрузки (кроме объема токсичных отходов) характеризуются высокой степенью зависимости. В период экономического роста 1999–2008 гг. высокий уровень корреляции сохранился для объема выбросов и загрязненных сточных вод в промышленности, а после 2008 г. – объема загрязненных сточных вод и отходов.

Кризис 2014–2015 гг. в наименьшей степени затронул аграрные регионы, в них небольшой рост ВРП сопровождался ростом интенсивности АВ, в большинстве случаев меньшими темпами. В 2020 г. по сравнению с 2019 г. ИАВ рос, несмотря на падение ВРП, в большинстве восточных регионов страны и Урала, а также в Краснодарском крае. В регионах Поволжья, Черноземья, в Ростовской области и Ставропольском крае наблюдался небольшой рост ИАВ при столь же небольшом росте объемом промышленного производства. В Московском столичном регионе, Свердловской области небольшой рост ИАВ наблюдался после довольно значительного

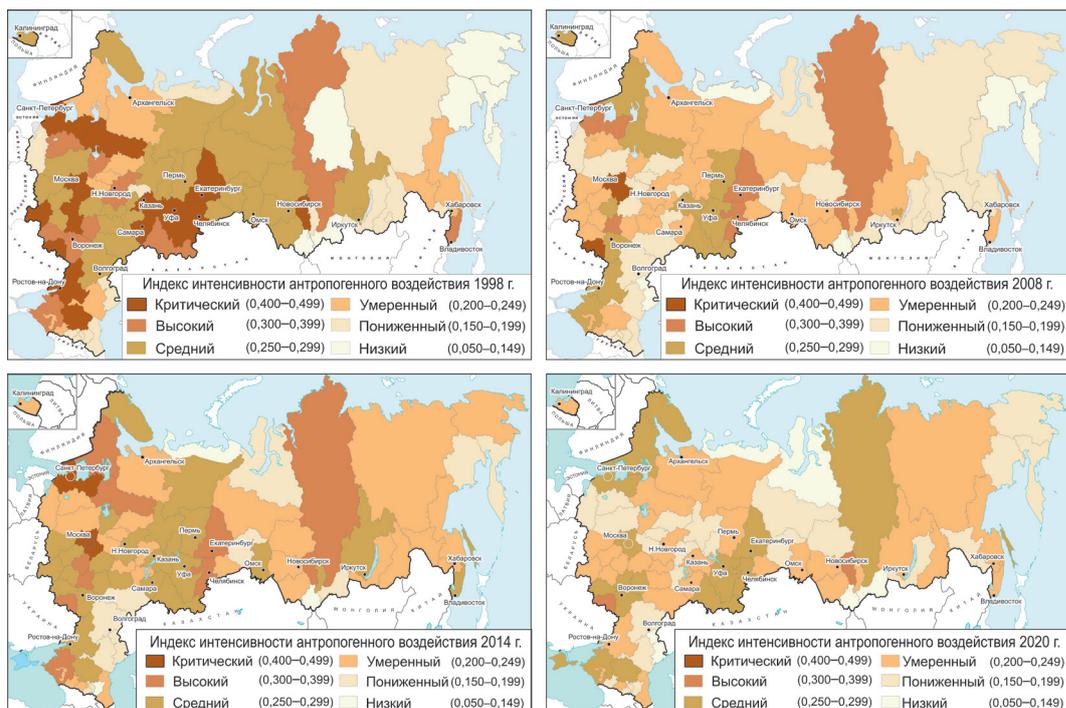


Рис. 4. Соотношение изменения индекса антропогенного воздействия и ВРП в периоды кризисов, % к предыдущему периоду

падения в 2019 г. из-за изменения методики учета выбросов от автотранспорта.

В целом в период кризисов структура промышленности меняется быстрее, чем структура загрязнения; на этапе выходов из кризиса структура загрязнения меняется быстрее, поскольку быстрее всего растут наиболее загрязняющие отрасли. В связи с тем, что в кризисы 2014–2015 и 2020 гг. структурные сдвиги в промышленности не столь заметны, загрязнение мало меняется.

Выводы. В целом, в кризисные периоды в российской экономике постсоветского периода происходило постепенное снижение антропогенного воздействия. Однако это нельзя признать позитивным процессом, поскольку при недостаточной модернизации каждый следующий этап роста сопровождался увеличением загрязнения. Кризисы неоднозначно и разнонаправленно повлияли на экологическую ситуацию в регионах России.

Для всех пяти кризисов было типично:

- снижение промышленного загрязнения (выбросы и стоки, в меньшей степени водопотребление) и не связанные с кризисом изменения вы-

бросов от автотранспорта, объема токсичных отходов и площади нарушенных земель;

- снижение загрязнения темпами меньшими, чем сокращался ВВП (ВРП) и промышленное производство, поэтому рост удельных параметров АВ маркирует кризисные периоды, хотя в последние годы все в меньшей степени;
- интегральный индекс АВ меньше зависит от динамики производства, чем отдельные показатели воздействия, поскольку экологическая ситуация значительно сложнее, чем распределение отдельных видов загрязнения;
- в кризисные периоды, как правило, наибольшей стабильностью характеризуется группа регионов с критическим уровнем АВ, и напротив, в наибольшей степени сжимается группа регионов с незначительным уровнем АВ, поскольку в наиболее депрессивных регионах воздействие в эти годы растет.

Различия в санирующей роли кризисов обусловлены их длительностью, глубиной и структурными особенностями, а также смяг-

чающим воздействием мер государственной поддержки:

- системный длительный кризис 1990-х годов привел к сокращению всех показателей, затрагивая 90% регионов; финансовые кризисы 1998 и 2008–2009 гг. затрагивают 70% регионов, кризисы 2014–2015 и 2020 гг. – 30–60% регионов;
- влияние кризисов на изменение региональной структуры зависит от отраслевой специализации: в 1990-е годы максимально сократилась группа регионов с высоким уровнем АВ, который снизился до среднего и умеренного; в 2008–2009 и 2020 гг. расширялась группа с умеренным и пониженным уровнем нагрузки, а в 2014–2015 гг. – максимально расширились группы с высоким и средним уровнем АВ, поскольку на фоне замедления сокращения в промышленности начался рост аграрной нагрузки;
- в 1990–1995, 1998 и 2008–2009 гг. большинство регионов сократили загрязнение либо пропорционально спаду, либо медленнее его. В 1990-е годы экологическая деградация была характерна для нефтегазовых регионов, в 2008–2009 гг. – для устойчивых агропромышленных регионов. В 2014–2015 гг. из-за повсеместного

роста ИАВ все регионы разделились на две группы – экстенсивного роста или экологической деградации. В 2020 г. уральские и восточные регионы увеличили нагрузку на природную среду на фоне спада.

Таким образом, для страны в целом ослабевает зависимость уровня загрязнения от уровня и динамики экономического развития вследствие модернизационных процессов в промышленности, которая была ведущим источником антропогенного воздействия в советский период. В последние годы эта зависимость проявлялась в минимальной степени. Однако с каждым новым кризисом увеличивается количество регионов, где экологическая ситуация продолжает ухудшаться, несмотря на экономический спад.

Экономическая теория требует активного вмешательства государства для коррекции рыночных сбоев в экологической сфере, установления специальных налогов и пр. В условиях кризиса у государства приоритетной задачей должно быть замедление экспортно-сырьевого развития, диверсификация и формирование элементов инновационной экономики. Экологизация экономики, развитие «экологически чистого» производства и инноваций должно поддерживаться всем спектром экономических инструментов: налогами, кредитами, субсидиями, тарифами, пошлинами, экологическим страхованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артюхов В.В., Забелин С.И., Мартынов А.С.* Объективная оценка экологичности хозяйственной деятельности: методология и результаты. Предприятия, регионы России, страны мира // SPERO. Социальная политика: экспертиза, рекомендации, обзоры. 2012. № 16 Весна–Лето. С. 113–142.
2. *Битюкова В.Р.* Экологическая цена промышленного роста // Экология и промышленность России. 2005. № 2. С. 8–11.
3. *Битюкова В.Р.* Экологическая ситуация в регионах России в 2016 г.: рейтинговый метод оценки // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 12. С. 4–11. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-12-4-11.
4. *Бобылев С.Н., Захаров В.М.* Кризис: экономика и экология. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», 2009. 84 с.
5. Государственные доклады «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации» в 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. М.: НИА-Природа, 2009–2019. [Электр. ресурс]. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ (дата обращения 10.05.2021).
6. Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации» в 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 гг. М.: Минприроды России, 2007–2019. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.ecogodsoklad.ru/> (дата обращения 10.05.2021).
7. *Земцов С., Барина В., Кидяева В., Ланьшина Т.* Экологическая эффективность и устойчивое развитие регионов России за двадцатилетие сырьевого роста // Экономическая политика. 2020. Том 15. № 2. С. 18–47. DOI: 10.18288/1994-5124-2020-2-18-47.
8. *Клюев Н.Н.* Экологические последствия российских реформ // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2014. № 1. С. 88–100.
9. *Лопатников Д.Л.* Экологический переход // Региональные исследования. 2013. № 3. С. 4–8.

10. Эколого-экономический индекс регионов РФ / С.Н. Бобылев и др. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2012. 147 с.
11. *Bobylev S.N., Kudryavtseva O.V., Yakovleva Ye. Yu.* Regional priorities of green economy // *Economy of Region*. 2015. V. 1. № 2 (42). P. 148–160. DOI 10.17059/2015-2-12.
12. *Gómez-Calvet R., Conesa D.* Energy efficiency in the European Union: What can be learned from the joint application of directional distance functions and slacks-based measures? // *Applied Energy*. 2014. V. 132 (C). P. 137–154. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.06.053.
13. *Grossman G., Krueger A.* Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER working paper No. 3914. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1991. 57 p. DOI: 10.3386/w3914.
14. Hollander Jack M. *The Real Environmental Crisis: Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy*. Berkeley: University of California Press, 2003. 237 p.
15. *Lopez R.* The environment as a factor of production: The effects of economic growth and trade liberalization // *Journal of Environmental Economics and Management*. 1994. V. 27. № 2. P. 163–184.
16. *Rashidi K., Shabani A., Saen R.F.* Using data envelopment analysis for estimating energy saving and undesirable output abatement: a case study in the Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) countries // *Journal of Cleaner Production*. 2015. V. 105. P. 241–252. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.07.083.
17. *Shi G.-M., Bi J., Wang J.-N.* Chinese regional industrial energy efficiency evaluation based on a DEA model of fixing non-energy inputs // *Energy Policy*. 2010. V. 38. P. 6172–6179. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.06.003.
18. *Stiglitz J.E., Sen A., Fitoussi J-P.* The Measurement of Economic Performance and Social Progress Revisited: Reflections and Overview. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. 2009. FCE. Paris, 2009. 293 p. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/www.stiglitz-senfitoussi.fr/www.stiglitzsen-fitoussi.fr>. (дата обращения: 19.11.2020).
19. *Wang Z.-H., Zeng H-L, Wei Y.-M., Zhang Y.-X.* Regional total factor energy efficiency: an empirical analysis of industrial sector in China // *Applied Energy*. 2012. V. 97 (C). P. 115–123. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.12.071.
20. *Wang K., Yu S., Zhang W.* China's regional energy and environmental efficiency: A DEA window analysis based dynamic evaluation // *Mathematical and Computer Modelling*. 2013. № 58. P. 1117–1127.
21. *Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century*. World Bank. Washington: World Bank Publ., 2006. 190 p. DOI: 10.1596/978-0-8213-6354-6.
22. *Yandle B., Vijayaraghavan M., Bhattarai M.* The Environmental Kuznets Curve: A Primer. PERC Research Study 02-1, 2002. 24 p. [Электр. ресурс]. URL: <https://www.perc.org/wpcontent/uploads/2018/05/environmental-kuznets-curve-primer.pdf> (дата обращения: 19.11.2020).
23. База данных Росприроднадзора (Федеральная служба по надзору в сфере природопользования). [Электр. ресурс]. URL: <http://rpn.gov.ru/opendata> (дата обращения 08.07.2021).
24. База данных Росреестра (Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии). [Электр. ресурс]. URL: <https://rosreestr.ru/site/> (дата обращения 02.07.2021).
25. База данных Федерального агентства водных ресурсов. [Электр. ресурс]. URL: http://voda.mnr.gov.ru/doc_1139918730234. (дата обращения 02.07.2021).
26. База данных Федерального агентства лесного хозяйства: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). [Электр. ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/37850> (дата обращения 10.07.2021).
27. Основные показатели окружающей среды: статистический бюллетень. Москва: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 1997, 1999, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 10.05.2021).
28. Основные показатели сельского хозяйства в России, 2021. Росстат. [Электр. ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250 (дата обращения 11.07.2021).
29. Охрана окружающей среды в России // Статистический сборник. Москва: Госкомстат России, 2001, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.gks.ru>. (дата обращения 11.07.2021).

Статья поступила в редакцию 31 июля 2021 г.

Об авторе

Битюкова Виктория Расуловна – доктор географических наук, профессор кафедры экономической и социальной географии России географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва.

Для цитирования

Битюкова В.Р. Экологические последствия кризисов в российской экономике постсоветского периода: региональная проекция // *Региональные исследования*. 2021. № 3. С. 74–88. DOI: 10.5922/1994-5280-2021-4-6

Environmental consequences of the crises in the Russian economy of the post-soviet period: regional projection

V.R. Bityukova

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia
e-mail: v.r.bityukova@geogr.msu.ru

The economic crises influence in post-Soviet history on the ecological situation is multidirectional and unevenly revealed in the regions. During crises periods, the dependence of pollution indicators on changes in GDP (GRP) and industrial production is higher than over economic growth periods. During the crises' times, industrial pollution decreases, the emissions volume into the atmosphere and polluted wastewater decreases, and less to extent water consumption. On the other hand, emissions from vehicles, the toxic waste volume, the disturbed lands' area and forest fires do not depend on changes in GRP. Only specific parameters of pollution increase during crises periods. The anthropogenic impact integral index is less dependent on the GRP dynamics than individual indicators of the load on the environment. With a general trend towards a decrease in environmental tension, the group of regions with a critical impact level is characterized by the greatest stability. On the contrary, a regions group with an insignificant pressure level on the environment is shrinking. Differences in the sanitizing role of crises are due to the duration, depth and structural features, as well as the government support measures mitigating effect. The systemic crisis of the 1990s led to a reduction in all indicators, affecting 90% of regions. Financial 1998 and 2008 crises affect 70% of regions; recent crises refer to 30-60% of regions. Despite that for the whole country, the pollution level dependence on the level and dynamics of economic development is weakening, with each new crisis the number of regions where the environmental situation continues to worsen increases, in spite of the economic downturn.

Key words: ecological and economic analysis, integral index, anthropogenic impact, reference points, regions, Russia

REFERENCES

1. Artjuhov V.V., Zabelin S.I., Martynov A.S. Objective assessment of environmental friendliness of economic activities: methodology and results. Enterprises, regions of Russia, countries of the world. *SPERO. Social'naja politika: jekspertiza, rekomendacii, obzory*, 2012, no. 16 Spring–Summer, pp. 113–142. (In Russ.)
2. Bityukova V.R. The ecological cost of growth. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*, 2005, no. 2, pp. 8–11. (In Russ.)
3. Bityukova V.R. The ecological situation in regions of Russia in 2016: the rating evaluation method. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*, 2017, vol. 21, no. 12, pp. 4–11. DOI: 10.18412/1816-0395-2017-12-4-11 (In Russ.)
4. Bobylev S.N., Zaharov V.M. *Krizis: jekonomika i jekologija* [Crisis: Economics and Ecology]. Moscow: LEVKO Publ., 2009. 84 p. (In Russ.)
5. *Gosudarstvennye doklady «O sostojanii i ispol'zovanii vodnyh resursov Rossijskoj Federacii» v 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 gg.* [State reports «On the state and use of water resources of the Russian Federation» in 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018] Moscow: NIA-Priroda, 2009–2019. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostojanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossijskoj_federatsii/ [Accessed 10.05.2021]. (In Russ.)
6. *Gosudarstvennye doklady «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy v Rossijskoj Federacii» v 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 gg.* [State reports «On the state and protection of the environment in the Russian Federation» in 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019] Moscow: Minprirody Rossii, 2007–2019. URL: <http://www.ecogosdoklad.ru/> [Accessed 10.05.2021]. (In Russ.)
7. Zemcov S., Barinova V., Kidjaeva V., Lan'shina T. Environmental efficiency and sustainable development of Russian regions for twenty years of raw material growth. *Jekonomicheskaja politika*, 2020, vol. 15, no. 2, pp. 18–47. DOI: 10.18288/1994-5124-2020-2-18-47 (In Russ.)
8. Kljuev N.N. Environmental Consequences of Russian Reforms. *Problemyj analiz i gosudarstvenno-upravlencheskoe proektirovanie*, 2014, no. 1, pp. 88–100. (In Russ.)
9. Lopatnikov D.L. Ecological transition. *Regional'nye issledovanija*, 2013, no. 3, pp. 4–8. (In Russ.)
10. *Jekologo-jekonomicheskij indeks regionov RF* [Ecological and economic index of the regions of the Russian Federation]. Bobylev S.N., ed. Moscow: WWF, 2012. 147 p. (In Russ.)
11. Bobylev S.N., Kudryavtseva O.V., Yakovleva Ye.Yu. Regional priorities of a green economy. *Economy of Region*, 2015, vol. 1, no. 2 (42), pp. 148–160. DOI 10.17059/2015-2-12 (In Russ.)
12. Gómez-Calvet R., Conesa D. Energy efficiency in the European Union: What can be learned from the joint application of directional distance functions and slacks-based measures? *Applied Energy*, 2014, vol. 132 (C), pp. 137–154. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.06.053.

13. Grossman G., Krueger A. Environmental impacts of a North American free trade agreement. *NBER working paper*, no. 3914, Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1991. 57 p. DOI: 10.3386/w3914.
14. Hollander Jack M. *The Real Environmental Crisis: Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy*. Berkeley: University of California Press, 2003. 237 p.
15. Lopez R. The environment as a factor of production: The effects of economic growth and trade liberalization. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1994, vol. 27, no. 2, pp. 163–184.
16. Rashidi K., Shabani A., & Saen R.F. Using data envelopment analysis for estimating energy saving and undesirable output abatement: a case study in the Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) countries. *Journal of Cleaner Production*, 2015, vol. 105, pp. 241–252. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.07.083.
17. Shi G.-M., Bi J., Wang J.-N. Chinese regional industrial energy efficiency evaluation based on a DEA model of fixing non-energy inputs. *Energy Policy*, 2010, vol. 38, pp. 6172–6179. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.06.003.
18. Stiglitz J.E., Sen A., Fitoussi J.-P. The Measurement of Economic Performance and Social Progress Revisited: Reflections and Overview. *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, 2009, FCE, Paris, 2009. 293 p. URL: [http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/www.stiglitz-sen-fitoussi.fr](http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/www.stiglitz-sen-fitoussi.fr). [Accessed 19.11.2020].
19. Wang Z.-H., Zeng H.-L., Wei Y.-M., Zhang Y.-X. Regional total factor energy efficiency: an empirical analysis of industrial sector in China. *Applied Energy*, 2012, vol. 97 (C), pp. 115–123. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.12.071.
20. Wang K., Yu S., Zhang W. China's regional energy and environmental efficiency: A DEA window analysis based dynamic evaluation. *Mathematical and Computer Modelling*, 2013, no. 58, pp. 1117–1127.
21. *Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century*. Washington: World Bank Publ., 2006. 190 p. DOI: 10.1596/978-0-8213-6354-6.
22. Yandle B., Vijayaraghavan M., Bhattarai M. *The Environmental Kuznets Curve: A Primer*. PERC Research Study 02-1, 2002. 24 p. URL: <https://www.perc.org/wpcontent/uploads/2018/05/environmental-kuznets-curve-primer.pdf> [Accessed 19.11.2020].
23. *Baza danyh Rosprirodnadzora (Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere prirodopol'zovanija)* [Database of Rosprirodnadzor (Federal Service for Supervision of Natural Resources)]. URL: <http://rpn.gov.ru/opendata> [Accessed 08.07.2021]. (In Russ.)
24. *Baza danyh Rosreestra (Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj registracii, kadastra i kartografii)* [Database of Rosreestr (Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography)]. URL: <https://rosreestr.ru/site/> [Accessed 02.07.2021]. (In Russ.)
25. *Baza danyh Federal'nogo agentstva vodnyh resursov* [Database of the Federal Agency for Water Resources]. URL: http://voda.mnr.gov.ru/doc_1139918730234. [Accessed 02.07.2021]. (In Russ.)
26. *Baza danyh Federal'nogo agentstva lesnogo hozjajstva: Edinaja mezhvedomstvennaja informacionno-statisticheskaja sistema (EMISS)*. [Database of the Federal Forestry Agency: Unified Interdepartmental Statistical Information System (EMISS)]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/37850> [Accessed 10.07.2021]. (In Russ.)
27. *Osnovnye pokazateli okruzhajushhej sredy: statisticheskij bjulleten'*. Moskva: Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat), 1997, 1999, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021. [Key environmental indicators: statistical bulletin. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat), 1997, 1999, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021]. URL: <http://www.gks.ru> [Accessed 10.05.2021]. (In Russ.)
28. *Osnovnye pokazateli sel'skogo hozjajstva v Rossii, 2021* [Key indicators of agriculture in Russia, 2021]. Moscow: Rosstat, 2021. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250 [Accessed 11.07.2021]. (In Russ.)
29. *Ohrana okruzhajushhej sredy v Rossii: Statisticheskij sbornik* [Environmental protection in Russia]. Moscow: Rosstat, 2001, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020. URL: <http://www.gks.ru>. [Accessed 11.07.2021]. (In Russ.)

Received 31.07.2021