

---

---

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

---

---

УДК 911.3: 632.15 (47+57)

## РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

© 2020 В.Р. Битюкова<sup>1\*</sup>, А.А. Шимунова<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
географический факультет, Москва, Россия

<sup>2</sup>Департамент картографии и геоинформационных систем «Казгеоинформ»,  
г. Нур-Султан, Республика Казахстан

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

\*\* e-mail: shimunovaa@mail.ru

В статье рассмотрена региональная динамика объемов выбросов в атмосферу 12 стран постсоветского пространства в зависимости от изменения валового внутреннего продукта (ВВП) или валового регионального продукта (ВРП), объемов и структуры промышленного производства, изменения структуры топливного баланса и энергоёмкости. В период кризиса 1990-х гг. загрязнение сократилось во всех странах и большинстве регионов, но медленнее, чем объемы производства из-за большей устойчивости к кризису наиболее «грязных» отраслей. Наиболее устойчивым было загрязнение в регионах и странах с большими объемами выбросов. В период экономического роста загрязнение увеличилось, прежде всего в регионах добычи углеводородов. Региональные различия по объемам выбросов объясняются преимущественно объемами промышленного производства для России и Украины при высокой согласованности трендов производства и загрязнения. В России валовые выбросы территориально привязаны к ВРП, на Украине спад производства в восточных регионах привел к сдвигу загрязнения в районы концентрации населения. В Казахстане территориальная структура выбросов определяется объемами производства электроэнергии угольной генерации и размещения энергоёмких производств. На постсоветском пространстве унаследованные факторы развития определяют загрязнение от энергетики, где сохранились в наибольшей степени устаревшие фонды и структура топливного баланса. При этом внутри стран крупные промышленные регионы имеют общую тенденцию к стабилизации уровня выбросов, тогда как небольшие регионы либо сокращают свои выбросы, либо наоборот увеличивают.

*Ключевые слова:* выбросы в атмосферу, промышленное загрязнение, регрессионный анализ, эффект декаплинга, страны ЕАЭС, страны СНГ.

DOI: 10.5922/1994-5280-2020-4-7

**Введение и постановка проблемы.** Загрязнение атмосферы – один из важнейших компонентов экологической ситуации. С одной стороны, он в наибольшей степени зависит от уровня и темпов экономического развития, а с другой – для населения качество воздуха ассоциируется с экологической ситуацией в целом. После распада СССР экологическая ситуация во всех постсоветских

странах изменилась кардинальным образом. Возникли новые условия формирования экологического состояния стран, обусловленные переходом от плановой экономики к рыночной, интеграцией в глобальную экономику и усилением зависимости от мировых экономических циклов. Изменились институциональные механизмы формирования загрязнения территорий, экологические

платежи и законы о лицензировании, меры прямой и косвенной экологической политики. Появился крупный частный бизнес как новый актер, заинтересованный в модернизации. Каждый из этапов экономического развития постсоветских стран имел свою экологическую проекцию.

Важнейшим фактором экологической ситуации являются экономические условия, в частности динамика и структура промышленного производства, в значительной степени унаследованная от предыдущего этапа развития. Именно ролью этих факторов («эффектом колеи») во многом объясняется сохраняющаяся взаимозависимость экономических и экологических процессов. В то же время, после распада СССР каждая страна пошла по своему пути развития, что привело к более значимой дифференциации факторов, влияющих на объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников. В качестве гипотезы, основанной на результатах исследования отраслевой специализации производств как источников загрязнения, роли энергетики и систем отопления в загрязнении регионов [2], авторами было выдвинута рабочая гипотеза, что промышленное загрязнение атмосферы объясняется отраслевой специализацией источника, его размером, объемами производства и экономической динамикой, наличием и качеством систем очистки, исходного сырья, наличием систем отопления, топливным балансом, т.е. определенным балансом унаследованных и трансформационных факторов загрязнения атмосферы.

**Обзор ранее выполненных исследований.** Поиск оптимального уровня экономического развития с минимальным ущербом окружающей среде привел к формированию стадийной теории, получившей название экологической кривой С. Кузнеця. Согласно ей страны проходят две базовые стадии: 1) экстенсивного развития, когда экономический рост сопровождается увеличением загрязнения окружающей среды; 2) сокращения выбросов загрязняющих веществ без уменьшения объемов выпуска – при достижении определенного уровня социально-экономического развития (душевой ВВП – более 12 тыс. долл. США), переходе к более высокотехнологичным производствам, росте энергоэффективности, улучшении технологии очистки

[12; 16]. Одновременно, по мере роста доходов, увеличивается спрос на экологически чистую продукцию, повышаются требования к окружающей среде [10; 11; 14], ужесточается экологическое законодательство.

На глобальном уровне важнейший тренд современности – переход от неосознанного игнорирования экологических проблем в доиндустриальный период через рост загрязнения в индустриальную эпоху к учету экологического фактора при переходе к постиндустриальному развитию [7], для отдельных стран приводит к противоречивым результатам [17; 18; 20]. Во многом это связано с тем, что «грязные» производства выносятся из развитых в развивающиеся страны [19], потребление ископаемого топлива в энергобалансе, выбросы  $SO_2$ ,  $NO_x$ , эмиссия  $CO_2$  в странах ОЭСР уменьшаются по мере роста экономического благосостояния [13], хотя для мира в целом характерны обратные тенденции. Мировоззренческие модели в последние годы фиксируют переход к следующей стадии эколого-экономической стабилизации, когда экологический переход приближается к «точке перегиба», экпозитивные процессы в развитых странах усиливаются по мере модернизации экономики [7].

Примером неоднозначности описанных выше тенденций является Россия, для которой региональный анализ антропогенного воздействия под влиянием структурных сдвигов в экономике стал наиболее актуальным в переходный период [6; 9]. Экономический рост в России в 2000-е гг. был во многом обусловлен увеличением масштабов добычи углеводородов как в абсолютном выражении, так и в структуре экономики [8]. Экономический рост сопровождался снижением реального уровня развития страны, в том числе из-за увеличения экологических издержек [1; 3], хотя на ряде производств внедрялись современные технологии, происходило обновление оборудования (или купирование наиболее старых активов) [2]. В результате объем выбросов в атмосферу увеличивался значительно медленнее, чем рост душевого ВВП, что в целом может быть описано с помощью кривой С. Кузнеця. Однако ни для одного региона, кроме Липецкой области, такую кривую построить нельзя.

**Материалы и методы исследования.** После обретения независимости все страны

бывшего СССР формировали собственные статистические системы, учитывая опыт предыдущих лет и современные требования комиссии ООН по статистике. Но показатель «объем выбросов в атмосферу от стационарных источников» на всем постсоветском пространстве используется с середины 1970-х гг. (форма 2ТП-воздух). В целом сопоставимые данные по объемам, структуре выбросов, объемам промышленного производства, ВВП (ВРП) позволяет рассчитать целый ряд статистических коэффициентов.

Для оценки *степени согласованности темпов экономического роста и загрязнения природной среды* рассчитывался эффект «декаплинга», являющийся одним из важнейших критериев развития «зеленой» экономики [15]:

$$D_t = 1 - \frac{E_t / Y_t}{E_0 / Y_0} \quad (1)$$

где  $E_0$  и  $E_t$  – объем выбросов в базовом и текущем периодах;  $Y_0$  и  $Y_t$  – ВВП в сопоставимых ценах 1992 г. в базовом и текущем периодах соответственно. Положительное значение коэффициента  $D_t$  свидетельствует о том, что увеличение добавленной стоимости сопровождается снижением нагрузки на природную среду, а отрицательная величина указывает на отсутствие такого эффекта.

Для оценки *соответствия территориальных структур* распределения по регионам выбросов в атмосферу и других показателей, которые влияют на него в рамках выбранной гипотезы, использовались индексы Салаи (формула 2) и Рябцева (формула 3):

$$J_r = \sqrt{\frac{\sum (d_2 - d_1)^2}{d_2 + d_1}} \quad (2)$$

$$I_r = \sqrt{\frac{\sum (d_2 - d_1)^2}{\sum (d_2 + d_1)^2}} \quad (3)$$

где  $d_1$  – доля региона в выбросах по стране,  $d_2$  – доля региона в населении страны (объемах промышленного производства, ВРП) страны,  $n$  – число градаций.

При приближении значения индекса к 1 территориальные различия максимальны; при приближении к 0 – территориальные структуры абсолютно совпадают. Отличительная особенность индекса Салаи заключается в том, что его величина сильно изменяется с изменением количества градаций, на которые делится совокупность (регионов каждой страны).

Показатели, характеризующие *поляризацию пространства* стран по уровню промышленного загрязнения атмосферы, включали размах асимметрии (формула 4), среднеквадратическое отклонение (формула 5) и коэффициент вариации (формула 6):

$$W = \frac{\max(X_i)}{\min(X_i)} \quad (4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n}} \quad (5)$$

$$AS = \sigma / x_{cp} \quad (6)$$

где  $x_i$  – объем выбросов в атмосферу в  $i$ -ом регионе,  $n$  – количество регионов.

Если размах асимметрии показывает в целом контрастность территории страны по рассматриваемому показателю, то вариация отражает отклонение от нормального распределения по модулю.

*Регрессионный анализ* как метод исследования зависимости между переменными, может быть использован при соблюдении следующих условий: *отсутствие мультиколлинеарности* (независимость между собой переменных-предикторов, отсутствие высокой корреляции), *автокорреляции* (выявляется с помощью теста Дарбина-Уотсона в ходе проведения анализа); *гомоскедастичность* – дисперсия остатков одинакова для каждого значения. То есть значения остатков не увеличиваются, и не сильно отклоняются от среднего значения. Выполнение этого условия определяется с помощью диаграммы рассеяния.

**Результаты исследования.** После распада СССР до конца 1990-х – начала 2000 гг. во всех странах наблюдался экономический кризис, связанный с переходом к рыночной экономике и разрывом многих экономиче-

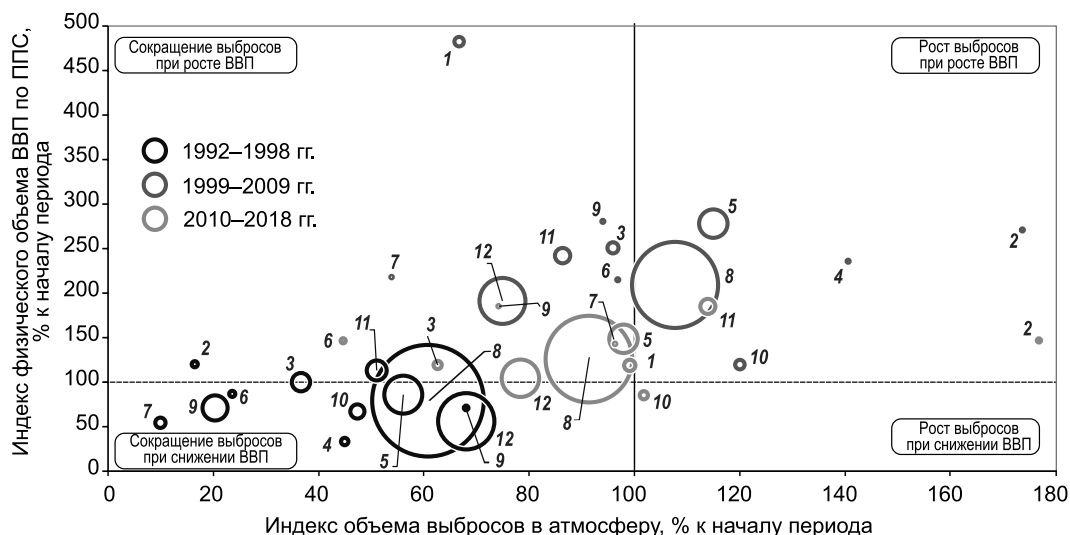
ских связей, закрытием значительного числа предприятий. Следствием промышленного спада было сокращение объемов загрязнения во всех странах, но существенно медленнее темпов спада производства. Однако темпы сокращения у всех стран были разные из-за различий в структуре производства, динамике отдельных отраслей, мер государственной поддержки и стимулирования предприятий, конъюнктуры внутреннего и внешнего рынка, динамики численности населения и изменения потребительского поведения.

Структурные сдвиги, произошедшие в промышленности, лишь усилили деформацию отраслевой структуры валового загрязнения, так как привели к еще большему «утяжелению» экономики, к увеличению доли наиболее природоемких и энергоемких отраслей. В результате индекс объемов выбросов загрязняющих веществ в России составил 58,3% (1999/1990), что превышает аналогичный индекс по ВВП и промышленному производству (51,6%), в Республике Казахстан 50 и 44% соответственно. В наибольшей степени сократилось загрязнение в Республике Армении, где к 1998 г. сохранилось только 3,5% объема выбросов уровня 1990 г. и Республике Молдова (9% выбросов). Промежуточное положение занимают

Республика Беларусь, где сохранилось 35% и Киргизская Республика – 25% загрязнения советского периода (см. рис. 1).

В результате внешних (рост цен на нефть после 1998 г., завершившийся мировой кризис, в том числе на азиатских рынках) и внутренних факторов, адаптации к новым условиям экономическая ситуация улучшилась, и страны стали наращивать производство. В 2000–2009 гг. постсоветский макрорегион из зоны экономического упадка превратился в быстро развивающуюся часть мировой экономики, хотя темпы роста экономики у стран сильно различались. За 1999–2009 гг. ВВП Азербайджана увеличился в 4,5 раза, Казахстана – в 2,4 раза, Армении – более чем в 2 раза, Киргизии и Молдавии – почти в 2 раза. При этом сокращение выбросов продолжилось в Белоруссии, Киргизии, Молдавии, Таджикистане, Узбекистане и Украине. Экономический рост привел к увеличению загрязнения атмосферы, но медленнее, чем производство: в России – в 2 раза, в Казахстане – в 2,5 раза, в Грузии и Армении – в 1,5 раза.

В период кризиса 2009–2010 гг. загрязнение атмосферы вновь сократилось, а затем выросло; зависимость от динамики производства проявлялась, но в меньшей степени,



**Рис. 1.** Распределение стран постсоветского пространства по индексу физического объема выбросов в атмосферу от стационарных источников и ВВП по ППС в ценах 1992 г.

Примечание: размер пропорционален объему выбросов в начале каждого периода. Цифрами на схеме обозначены: 1 – Азербайджан, 2 – Армения, 3 – Белоруссия, 4 – Грузия, 5 – Казахстан, 6 – Киргизия, 7 – Молдавия, 8 – Россия, 9 – Таджикистан, 10 – Туркменистан, 11 – Узбекистан, 12 – Украина.

чем в годы предыдущего кризиса. В результате сокращение валовых выбросов (при росте удельных) в период системного кризиса 1990-х гг. проявилось значительно сильнее, чем в кризис 2009–2010 гг., что связано с большей длительностью первого, а также смягчающим воздействием мер государственной поддержки в 2009 г. В отличие от других стран в Казахстане в 2009–2010 гг. не было спада производства, поскольку сырьевая экономика страны не так восприимчива к мировым кризисам.

Модернизация экономики была явно недостаточной, поэтому каждый следующий этап роста сопровождался и ростом загрязнения, но очень неравномерно – региональная дифференциация загрязнения увеличивалась пропорционально темпам роста производства. В последние годы постепенно началось замедление роста, влияние которого на загрязнение окружающей среды слабо выражено. Оно проявляется в снижении инвестиций в основной капитал, доли инвестиций, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Поэтому роль инвестиций становится ключевой в решении экологических проблем отраслей и территорий.

Для нефтедобывающих стран в 1998–2018 гг. характерна достаточно сильная зависимость выбросов от динамики промышленного производства (коэффициент корреляции составляет 0,82 для России и 0,65 для Казахстана). Но для России это связано с опережающим загрязнением от нефтяной промышленности, низким уровнем утилизации попутного газа при добыче углеводородов. В Казахстане объем выбросов на 1 тонну добытой нефти в 2 раза меньше, чем в России, уровень сжигания попутного газа более сернистой нефти значительно ниже. Помимо нефтедобычи и переработки, в Казахстане стала развиваться химическая промышленность (например, открытие завода полиэтиленовых труб в Атырау). Впервые темпы роста обрабатывающей промышленности превысили темпы роста добывающей промышленности. В машиностроении этот показатель превысил 20%. За период 2006–2016 гг. в машиностроении рост производства составил 600% [25; 32].

В целом за постсоветский период страны сократили загрязнение, но в наибольшей степени страны, у которых выбросы и были наибольшими. Главным фактором стабилизации

загрязнения стала добыча углеводородов и других природных ресурсов, а также наличие отраслей тяжелой промышленности в специализации стран.

*Удельные выбросы* (отношение годового объема выбросов в атмосферу к ВВП страны (ВРП региона)) показывают экологическую цену экономического роста. В 1991 г. они были максимальными у Азербайджана, а минимальными в Таджикистане. В 2018 г. на первое место по значению удельных выбросов выходит Украина, на последнее – Молдавия, при этом размах асимметрии увеличился в 3 раза. В 2018 г. в Азербайджане – одно из самых низких значений удельного выброса, что вероятно связано с изменением системы учета ряда загрязняющих веществ. Наибольший удельный выброс Украины связан с переводом ТЭЦ с газа на уголь. Минимальные значения удельного выброса в 1991 г. были в Таджикистане: за 25 лет они также снизились (см. рис. 2).

Положительное значение коэффициента декарпинга ( $D_i$ ) свидетельствует о разнонаправленных тенденциях экономического развития и антропогенного воздействия. Значения коэффициента  $D_i$  положительное по всем странам. Наибольшим значением  $D_i$  обладают наименее промышленно развитые страны; наименьшим – крупные страны, обладающие большими запасами минеральных ресурсов. Однако, как и большинство индексов, включающих стоимостные показатели,  $D_i$  зависит от цен на энергоресурсы.

*Структурные сдвиги в промышленности.* Динамика загрязнения воздуха на 83–85% определяется в основном тремя отраслями, вклад каждой из которых в объем выбросов в 1,5–2,5 раза выше, чем в объем промышленного производства. Это, прежде всего, добыча топливно-энергетических полезных ископаемых, вклад которой в атмосферное загрязнение в России составляет 26% всех выбросов, в Казахстане – 15%, на Украине – 12%, доля эта сокращается в последние годы. Добыча углеводородов, как основная загрязняющая отрасль в Азербайджане дает 40% всех выбросов страны, чего нет больше ни в одной из постсоветских стран. Объем выбросов отрасли снижается в отдельные годы быстрее, чем суммарные выбросы стран на фоне роста производства, поэтому удельные выбросы также сокращаются, но остаются высокими.

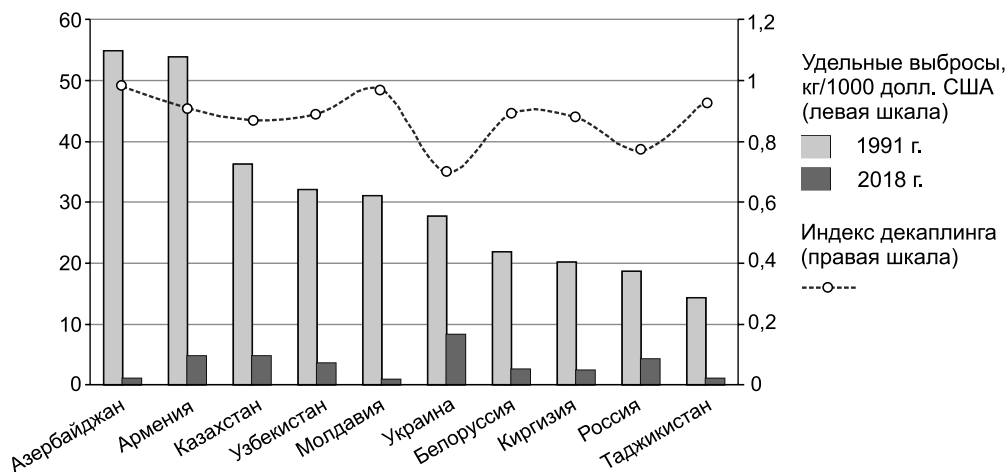


Рис. 2. Динамика удельных выбросов, кг/1000 долл. США в 1991–2018 гг. и индекс декаплинга по постсоветским странам  
 Источник: составлено авторами по данным: [21–32].

На втором месте – *металлургическое производство*, вклад которого в загрязнение атмосферы составляет в России – 23%, в Казахстане и Украине – по 26%. Для отрасли характерно устойчивое сокращение выбросов при небольшом снижении производства. Удельные выбросы отрасли продолжают оставаться одними из самых высоких в промышленности.

Наибольшие удельные выбросы в атмосферу характерны для *производства и распределения электроэнергии, газа и воды*, на долю которых в 2018 г. в России приходилось 22% всех выбросов, в Казахстане – 42%, на Украине – 38%. Преимущественно энергетика (на 60%) объясняет объемы выбросов в Армении и Киргизии.

Обрабатывающая промышленность, представленная производством пищевых продуктов (35%), прочих неметаллических минеральных продуктов (25%) и производством электроэнергии (17%) влияет на объемы выбросов в Молдавии. В Белоруссии основные объемы выбросов обуславливаются сельским хозяйством (37%), производством кокса и нефтепродуктов (19%) и производством электроэнергии (17%).

Для оценки влияния структурных сдвигов в промышленности в данном исследовании использовался показатель изменения доли трех наиболее загрязняющих секторов тяжелой промышленности (добывающая, металлургия и энергетика) как фактор динамики

атмосферного загрязнения. При этом сама доля отраслей тяжелой промышленности остается достаточно постоянной во многом за счет добычи углеводородов. Однако,  $D_p$ , напротив, показывает, что развитие отрасли в России и Казахстане при внедрении более современных технологий в частности утилизации попутного нефтяного газа приводит к более экологичному развитию и отрасли, и регионов ее дислокации (см. табл. 1). Закономерно, что у стран с наименее утяжеленной структурой промышленности (Молдавия, Белоруссия) объем выбросов в атмосферу сократился максимально.

Отраслевая структура загрязнения определяет не только объемы выбросов в конкретной стране, но и динамику загрязнения, поскольку разные отрасли демонстрируют разную степень устойчивости к кризисам и разные темпы роста, а также структуру выбросов по видам загрязняющих веществ, степень их токсичности, возможности утилизации и улавливания загрязняющих веществ. Поэтому по разнообразию отраслей специализации, с наибольшим вкладом в валовый объем выбросов, все страны можно разделить на несколько групп:

*Страны с разнообразной структурой загрязнения* – это Россия, Казахстан и Украина, в которых загрязнение относительно равномерно распределено между металлургией, электроэнергетикой и добычей топливно-энергетических полезных ископаемых.

**Таблица 1.** Оценка влияния структурных сдвигов в промышленности на изменение объема выбросов в атмосферу в странах ЕАЭС в 2005–2018 гг.\*

Страны ЕАЭС	Индекс объема выбросов в атмосферу 2005 г. = 100%	Среднее значение доли отраслей тяжелой промышленности, %	Индекс доли отраслей тяжелой промышленности, 2005 г. = 100%	Индекс декаплинга, $D_t$
Армения	22,2	50,9	82,9	-0,21
Белоруссия	39,3	14,5	52,0	-0,01
Казахстан	54,9	77,4	97,0	0,29
Киргизия	33,5	67,1	92,6	-0,15
Молдавия	4,7	12,7	90,9	0,30
Россия	55,0	45,3	87,9	0,28

\* Рассчитано по: [22; 23; 25; 26; 27; 32].

При этом за период 2005–2018 гг. произошло перераспределение выбросов между этими тремя отраслями: выбросы от топливно-энергетического комплекса выросли, а от металлургической отрасли – снизились. При развитой черной металлургии и доминировании угля в топливном балансе Казахстана и Украины в структуре выбросов преобладает СО и твердые частицы. При преобладании цветной металлургии в выбросах повышена доля  $SO_2$ . К данной группе относится также Азербайджан, где ведущую роль в структуре загрязнения играет добыча углеводородов и цветная металлургия, другие отрасли в постсоветский период испытали большой спад и сократили долю в загрязнении. В результате в структуре выбросов преобладают углеводороды, летучие органические соединения (ЛОС) и СО.

*Страны, где ведущую роль в структуре загрязнения (около 60% всех выбросов) играет тепловая энергетика и ЖКХ* – Армения и Киргизия, что скорее относится к влиянию котельных, поскольку в основе энергетического комплекса Армении – АЭС.

*Страны, где ведущую роль в структуре загрязнения играет обрабатывающая промышленность.* В Белоруссии к 2018 г. произошло перераспределение объемов выбросов: от производства кокса и машиностроения осталось 19% и 17% соответственно, а выбросы от сельского хозяйства выросли до 37%. В Молдавии преобладает производство пищевых продуктов, прочих неметаллических продуктов, электроэнергетика. За счет уменьшения вклада в загрязнение страны других отраслей, валовые выбросы от производства пищевых продуктов

и производства неметаллических изделий заметно растут. Размещение магистральных газопроводов обуславливает усиление роли газокompрессорных станций в формировании структуры выбросов с преобладанием углеводородов и ЛОС.

*Региональные различия в уровне валового загрязнения атмосферы.* Региональные оценки очень важны, поскольку именно по ним и разрабатываются основные механизмы региональной политики по улучшению экологической ситуации.

*Очень высокий объем выбросов* (более 1 млн т в год) наблюдается в трех российских регионах: в Красноярском крае, где развивается цветная металлургия в комплексе с тяжелым машиностроением; в Ханты-Мансийском автономной округе, где осуществляется добыча нефти и газа, а также в Кемеровской области, где развита добыча угля, черная и цветная металлургия, коксохимия и другие «грязные» отрасли (см. рис. 3).

*Высокий объем выбросов* (500–1000 тыс. т в год) наблюдается в регионах: в России – это Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Коми, Свердловская, Челябинская, Оренбургская области; в Казахстане – Карагандинская и Павлодарская области; на Украине – Донецкая и Днепропетровская области. В них расположены предприятия черной и цветной металлургии, тяжелое машиностроение, добыча нефти и газа, угля, а также крупнейшие угольные ГРЭС (например, Рефтинская в Свердловской, Троицкая в Челябинской и Экибастузская в Павлодарской области).

*Средний уровень объема выбросов* (200–500 тыс. т в год) наблюдается в 17 регионах,

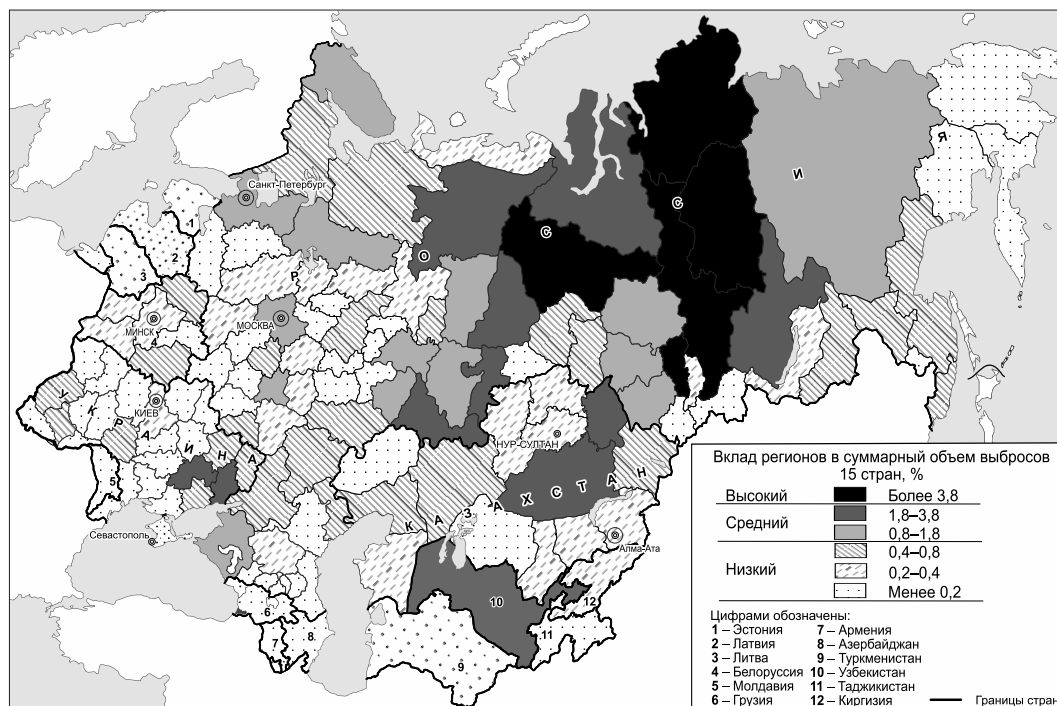


Рис. 3. Вклад регионов в суммарный объем выбросов всех стран постсоветского пространства в 2018 г.

Составлено по данным: [21–32].

в основном в Российской Федерации. Кроме промышленных российских регионов, в эту категорию также попал грузинский регион Квемо-Картли из-за металлургического комбината в Рустави. В остальных странах промышленность сосредоточена в 2–3 областях, которые и поставляют наибольшую долю всего загрязнения страны, а остальные относительно «чистые» регионы не располагают ресурсами или другими условиями для создания там промышленности.

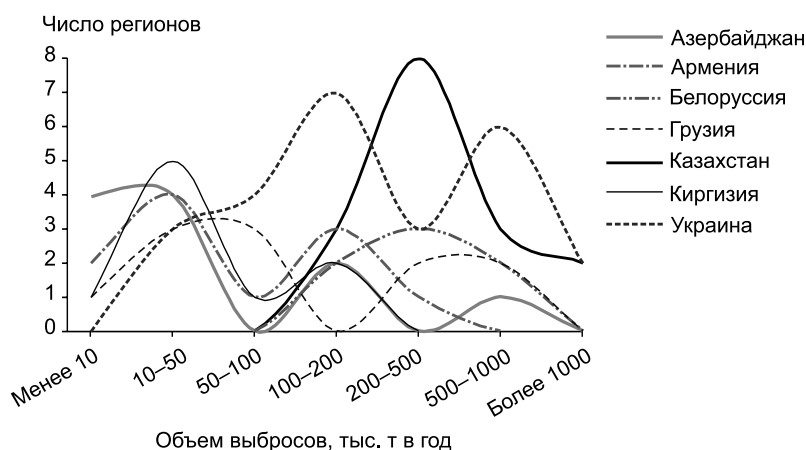
Уровень территориальной концентрации объема выбросов в атмосферу очень важен для стран. В России уровень локализации экологических показателей выше, чем производственных. В Казахстане более 50% выбросов локализовано в Карагандинской и Павлодарской областях, на Украине – в Донецкой и Днепропетровской областях, в Азербайджане 69% всех выбросов страны приходится на столицу – город Баку. В Белоруссии основное загрязнение дают 2 региона – Витебская область (преобладающие отрасли: химическая промышленность, машиностроение и энергетика) и Гомельская область (черная металлургия, машиностроение, химическая промышленность). В Арме-

нии 40% всех выбросов страны приходится на Лорийскую область, которая специализируется на горнодобывающей и химической промышленности. В Киргизии 47% приходится на Бишкек с его машиностроением, производством строительных материалов. Молдавия делится на 35 районов и только один город Кишинев составляет 27% всех выбросов страны. В Грузии 50% выбросов приходится на одну область – Квемо-Картли.

Таким образом, регионы с выбросами более 500 тыс. т в год (не считая небольших относительно «чистых» стран, таких как Молдавия, Грузия, Армения) являются основными поставщиками загрязнения и на эти регионы приходится от 30 до 50% всех выбросов страны. Фактически наибольший уровень концентрации достигается там, где ведется крупномасштабная добыча углеводородов (в порядке убывания) – в Азербайджане, на Украине и в Казахстане (см. рис. 4).

Уровень локализации в странах постепенно сокращается, в последнее время наблюдается тенденция к сокращению региональной асимметрии преимущественно за счет уменьшения выбросов отраслей тяжелой промышленности. Наибольшая поляризация





**Рис. 4.** Распределение регионов некоторых постсоветских стран по уровню валового объема выбросов  
Составлено по данным: [21–32].

в Азербайджане, Молдавии и Киргизии, потому что на большое количество регионов приходится небольшой объем выбросов страны. В меньшей степени поляризуется загрязнение на Украине и в России, потому что большие объемы выбросов сосредотачиваются в большем количестве регионов.

На Украине, в Грузии, Казахстане и России поляризация уменьшается, сохраняется тенденция к уменьшению региональных различий за счет снижения выбросов промышленных областей. В Азербайджане, Армении, Киргизии, Белоруссии и Молдавии наблюдается тенденция к небольшому увеличению различий между регионами. Таким образом, в наиболее развитых промышленных странах концентрация загрязнения постепенно уменьшается, а в странах, где промышленность развита не так сильно, поляризация немного увеличивается.

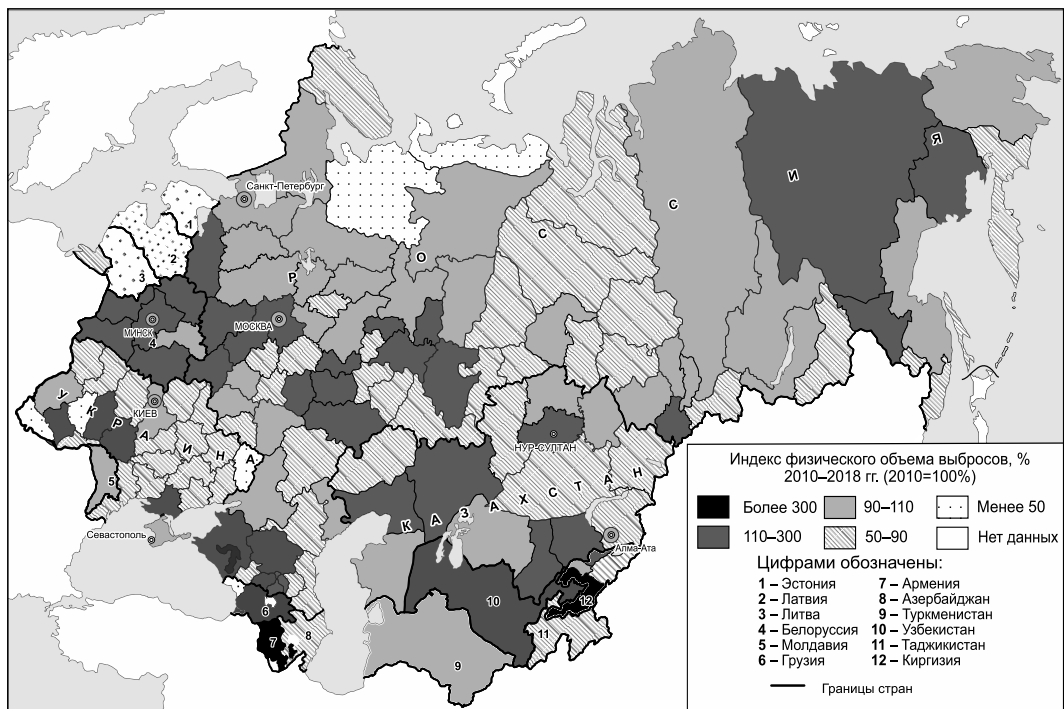
Степень различий между регионами зависит от площади страны и количества регионов, специализации страны и распределения ресурсов по территории государства, так как от этого зависит расположение предприятий тяжелой промышленности и их влияние на атмосферное загрязнение.

*Динамика выбросов в атмосферу по регионам.* На фоне общего тренда к сокращению выбросов за период 2010–2018 гг. типы динамики загрязнения по регионам очень различны (см. рис. 5). Например, индекс физического объема Ошской и Баткенской областей Киргизии в этот период составил 2500% и 1800% соответственно. Это самые

высокие показатели на всем постсоветском пространстве. В Ошской области, специализирующейся на легкой и пищевой промышленности, машиностроении, вероятно такой рост связан с переходом на другой вид топлива. Баткенская область, напротив, является крупнейшим промышленным центром Киргизии с дальнейшими перспективами развития, в ней развивается добыча угля, нефти и газа, работают предприятия цветной металлургии – Какдамжайский сурьмяный и Хайдарканский ртутный комбинаты.

В 7 небольших регионах, которые не являются основными промышленными центрами своих стран, но стали недавно развиваться, выбросы увеличились больше, чем на 300%. Еще в 60 небольших регионах выбросы выросли на 110–300%. Стабильный уровень выбросов (90–110%) характерен для двух полярных типов регионов: крупных промышленных или, напротив аграрных. В 77 регионах индекс физического объема выбросов варьирует в пределах от 50 до 90%. Основная часть областей, постепенно сокращающих количество своих выбросов, находится в Украине и Молдавии, также на Дальнем Востоке России. Из 13 регионов, в которых выбросы быстро сокращаются и, соответственно, индекс составил меньше 50%, половина находится на территории Молдавии, а остальные – в Украине, России и Грузии. Это в основном регионы, где продолжается спад производства.

Таким образом, крупные промышленные регионы характеризуются в последние годы



**Рис. 5.** Индекс физического объема валовых выбросов по регионам постсоветских стран в 2010–2018 г. в %  
 Рассчитано по данным: [21-32].

относительной стабильностью. Небольшие регионы либо сокращают свои выбросы, либо, напротив, увеличивают. Отдельно выделяются нефтяные регионы, у которых наблюдается тенденция к снижению загрязнения. Масштабные инвестиции в системы утилизации ПНГ были вложены после подписания в 2009 г. Постановления Правительства Российской Федерации «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках», в котором устанавливался целевой показатель сжигания ПНГ в размере не более 5% от объема добычи и предусматривалось повышение платы за его сверхлимитное сжигание. В результате увеличения коэффициента утилизации ПНГ с 75,5% в 2011 г. до 95,5% в 2016 г. произошло сокращение его сжигания и уменьшение выбросов загрязняющих веществ в ХМАО на 39,3% [4]. За 2016 г. на 8 газоперерабатывающих заводах переработано 24 млрд м<sup>3</sup> ПНГ [5].

Соотношение территориальных структур выбросов с объемами производства и численностью населения по регионам на основе индексов Салаи и Рябцева позволяет вы-

явить основной фактор антропогенного воздействия на воздушный бассейн для четырех стран постсоветского пространства (России, Казахстана, Украины и Белоруссии). В целом, значения обоих индексов совпадают, но значения, полученные при расчете индекса Рябцева выше значений индекса Салаи.

В России значения обоих индексов примерно равные, и они подтверждают, что территориальная структура выбросов в атмосферу соответствует распределению объемов производства, поскольку все «грязные» промышленные предприятия России расположены в малонаселенных районах (например, нефтяная промышленность в Западной Сибири, Норильский никель в Красноярском крае и т.д.). В Казахстане, напротив, валовые выбросы страны территориально более приближены к населению, поскольку основные выбросы страны дает не столько нефтяная промышленность на западе, сколько угольная энергетика и развитая металлургия на востоке с большей плотностью населения.

В Украине индекс Салаи показал, что выбросы больше привязаны к показателям ВРП, а индекс Рябцева, напротив – к населению. Причем оба показателя нестабильны.

Роль промышленно развитой восточной части в последние годы снижается в результате как спада производства, так и из-за неполноты статистических данных. Из-за наступившего экономического кризиса в стране промышленные предприятия потеряли свои позиции и основную долю ВРП стали производить крупные города, в которых сосредоточен третичный сектор экономики.

Белоруссия – страна с преобладанием отраслей обрабатывающей промышленности, которая относительно более модернизирована и менее локализована в определенных регионах. Такое положение в стране сложилось еще в советское время. Основные выбросы дают такие отрасли, как производство калийных удобрений, нефтепереработка (Мозырский НПЗ) и химическая промышленность. Соответственно предприятия данного сектора экономики приурочены к крупным городам, поэтому, по результатам двух показателей, валовые выбросы страны территориально более сопоставимы с размещением населения, нежели с размещением производства (см. табл. 2).

Регрессионный анализ региональной структуры атмосферного загрязнения показал, что на объем валовых выбросов в Казахстане оказывает влияние объем производства электроэнергии, поскольку электроэнергия производится исключительно на тепловых электростанциях на угле. Коэффициент множественной детерминации R-квадрат показывает, что модель работает только для 71% случаев. В России выбросы с атмосферу в основном объясняются объемами промышленного производства. По России коэффициент R-квадрат небольшой – 0,445 (4%). Для Украины из всех взятых параметров по условию значимости подходят ВРП и промышленное производство, в результате анализа было выявлено, что показатель R-квадрат равен 0,747 (74%).

В результате проведенного регрессионного анализа по 4 странам гипотеза подтвердилась частично: объемы валовых выбросов объясняются объемами промышленного производства в России и Украине и не подтвердилась для Казахстана, потому что в стране повсеместно производится электроэнергия, а промышленность локализована только в отдельных областях: Карагандинская, Павлодарская и области Западного Казахстана. Также не подтверждена гипотеза по Белоруссии.

**Выводы.** Важнейшим фактором загрязнения атмосферы, измеряемого во всех постсоветских странах сопоставимым показателем объемов выбросов в атмосферу и его структурой, являются экономические условия, в частности динамика и структура промышленного производства. Структура выбросов в целом по странам адекватно отражает отраслевую специализацию. Для больших стран характерна и относительная стабильность загрязнения, и существенная степень зависимости от экономической динамики.

Однако, на уровне регионов различия более существенны, территориальная структура загрязнения в странах постсоветского пространства различная и постепенно меняется под влиянием двух групп факторов.

Первая группа консервирует межрегиональные различия в уровне и структуре загрязнения, определяет уровень локализации загрязнения и схожесть трендов отдельных стран. Это, прежде всего, исторически сложившаяся специализация регионов, освоение и формирование промышленной базы которых, произошло в советское время: регионы, где уровень загрязнения определяют крупные металлургические комплексы и мощные угольные электростанции демонстрируют схожие тенденции во всех странах постсоветского пространства.

**Таблица 2.** Динамика индексов соответствия территориальных структур объемов выбросов в атмосферу, ВРП и численности населения для ряда постсоветских стран

Сопряженность территориальных структур	Объем выбросов от стационарных источников и ВРП				Объем выбросов от стационарных источников и населением			
	Индекс Салаи		Индекс Рябцева		Индекс Салаи		Индекс Рябцева	
	2010 г.	2018 г.	2010 г.	2018 г.	2010 г.	2018 г.	2010 г.	2018 г.
Белоруссия	0,29	0,34	0,25	0,29	0,24	0,29	0,34	0,37
Казахстан	0,55	0,51	0,71	0,69	0,46	0,44	0,46	0,44
Россия	0,51	0,48	0,61	0,58	0,40	0,39	0,49	0,50
Украина	0,51	0,57	0,50	0,63	0,58	0,6	0,53	0,52

Вторая группа факторов, напротив, способствует изменению не только уровня воздействия на природную среду, но и территориальных пропорций. Включение в глобальные рынки ресурсов, активное освоение нефтяных и газовых месторождений способствует появлению новых ядер антропогенного воздействия, например, в Западном Казахстане. Институциональные факторы, разный уровень технологического развития, государственная экологическая политика, усиление функций контроля, совершенствование норм природоохранного законодательства обусловили различия между странами. Появление западных компаний в горнодобывающей промышленности Казахстана положительно сказалось на уровне воздействия на окружающую среду, новые промышленные ядра Казахстана менее значимы по объемам загрязнения в масштабах страны, чем новые российские.

В целом в странах, где наблюдается высокая согласованность трендов производства и загрязнения (в России и Украине) валовые выбросы территориально привязаны к ВРП и промышленному производству.

На Украине уровень локализации сокращается, а распределение выбросов становится более равномерным и смещается в густонаселенные регионы. В Казахстане территориальная структура выбросов определяется объемами производства электроэнергии, а в Белоруссии согласуется с расселением.

Таким образом, региональная структура выбросов в атмосферу постсоветского пространства выявила как сходства, обусловленные последствиями ускоренной индустриализации советского периода, так и различия в формировании экологической ситуации, обусловленные различием природных и социально-экономических условий.

**Благодарности.** Статья подготовлена в рамках выполнения госбюджетной темы НИР «Социально-экономические факторы трансформации территориальной организации общества в России и сопредельных стран» приоритетного направления НИР МГУ имени М.В. Ломоносова «Изменения природной среды и общества и проблемы природопользования».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артюхов В.В., Мартынов А.С.* Методика оценки экологической и энергетической эффективности экономики России. М.: Изд-во Интерфакс, 2010. 101 с.
2. *Битюкова В.Р., Попов А.А.* Экологические последствия структурных сдвигов в промышленности России в 1990–2014 гг. // *Экология и промышленность России*. 2015. Т. 19, № 6. С. 4–10.
3. *Бобылев С.Н., Зубаревич Н.В., Соловьева С.В.* Вызовы кризиса: как измерять устойчивость развития // *Вопросы экономики*. 2015. № 1. С. 147–160.
4. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2016 г. М.: Мин-во прир. ресурсов и экологии РФ, 2017. 761 с.
5. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе–Югре в 2016 г. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.prirodnadzor.admhmao.ru> (дата обращения: 19.11.2019).
6. *Клюев Н.Н.* Экологическая безопасность России и внешние угрозы // *Природа*. 2002. № 11. С. 3–10.
7. *Лопатников Д.Л.* Экологический переход // *Региональные исследования*. 2013. № 3 (41). С. 4–8.
8. *Солодовников А.Ю., Чистобаев А.И.* Влияние нефтегазодобычи на социально-экологическую среду Обского Севера. СПб.: ВВМ, 2011. 310 с.
9. *Bobylev S.N., Kudryavtseva O.V., Yakovleva Ye. Yu.* Regional priorities of green economy // *Economika regiona*. 2015. № 2 (42). P. 148–159.
10. *Farrell M.* The measurement of productive efficiency // *Journal of the Royal Statistical Society*. 1957. № 120. P. 253–281.
11. *Gómez-Calvet R., Conesa D., Gómez-Calvet A., Tortosa-Ausina E.* 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. № 132. P. 137–154.
12. *Grossman G. M., Krueger A. B.* Environmental impact of a North American Free Trade Agreement // *NBER Working paper*. 1991. № 3914. P. 177–189.
13. *Hung M. F., Shaw D.* Economic Growth and the Environmental Kuznets Curve in Taiwan: A Simultaneity Model Analysis. In: *Human Capital, Trade, and Public Policy in Rapidly Growing Economies: From Theory to Empirics*. 2004. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.sinica.edu.tw/econ/dshaw/download/eks.pdf> (дата обращения: 19.11.2018).
14. *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. P. 163–184.
15. *Nagvi A., Zwickl K.* Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sector and air pollutants // *Ecological Economics*. 2017. Vol. 133. P. 111–126.
16. *Panayotou T.* Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development // *International Labour Office. Working Paper*. 1993. 42 p.
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. № 38. P. 6172–6179.

18. Stern D.I. The Environmental Kuznets Curve: A Primer. Crawford School of Public Policy. The Australian National University. CSEP Working Paper. 2014. 21 p.
19. Takeda F., Matsuura K. Trade and environment in East Asia: Examining the linkages with Japan and the USA. 2004. [Электр. ресурс]. URL: <http://ssrn.com/abstract=64204>. (дата обращения: 19.11.2019).
20. Wang Z.H. Regional total factor energy efficiency: an empirical analysis of industrial sector in China // Applied Energy. 2012. Vol. 97. P. 115–123.
21. Национальный статистический комитет Республики Азербайджан. [Электр. ресурс]. URL: <https://www.stat.gov.az> (дата обращения: 19.11.2019).
22. Национальный статистический комитет Республики Армения. [Электр. ресурс]. URL: <https://www.armstat.am/ru> (дата обращения: 19.11.2019).
23. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 19.11.2019).
24. Национальная статистическая служба Грузии. [Электр. ресурс]. URL: <http://geostat.ge> (дата обращения: 19.11.2019).
25. Национальный статистический комитет Республики Казахстан. [Электр. ресурс]. URL: <http://stat.gov.kz/faces> (дата обращения: 19.11.2019).
26. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. [Электр. ресурс]. URL: <http://stat.kg/ru> (дата обращения: 19.11.2019).
27. Национальное бюро статистики Республики Молдова. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.statistica.md/ru> (дата обращения: 19.11.2019).
28. Национальный комитет Таджикистана по статистике. [Электр. ресурс]. URL: <https://www.stat.tj> (дата обращения: 19.11.2019).
29. Национальный комитет Туркменистана по статистике. [Электр. ресурс]. URL: <http://stat.gov.tm/ru> (дата обращения: 19.11.2019).
30. Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. [Электр. ресурс]. URL: <https://stat.uz/ru> (дата обращения: 19.11.2019).
31. Национальная служба статистики Украины. [Электр. ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата обращения: 19.11.2019).
32. Основные показатели окружающей среды: статистический бюллетень. [Электр. ресурс]. [URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 19.11.2019)].

Статья поступила в редакцию 12 ноября 2020 г.

Статья принята к публикации 29 декабря 2020 г.

#### Об авторах

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

*Шимунова Александра Александровна* – менеджер департамента картографии и геоинформационных систем «Казгеоинформ», г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

#### Для цитирования:

*Битюкова В.Р., Шимунова А.А.* Региональный анализ дифференциации промышленного загрязнения атмосферы на постсоветском пространстве // Региональные исследования. 2020. № 4. С. 82–96.

DOI: 10.5922/1994-5280-2020-4-7

### Regional analysis of differentiation in air pollution from manufacturing at the post-Soviet territories

V.R. Bityukova<sup>1\*</sup>, A.A. Shimunova<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Department of cartography and geoinformation systems Kazgeoinform, Nur-Sultan, Kazakhstan

\* e-mail: [v.r.bityukova@geogr.msu.ru](mailto:v.r.bityukova@geogr.msu.ru)

\*\* e-mail: [shimunovaa@mail.ru](mailto:shimunovaa@mail.ru)

The article considers the dynamics of air emissions in 12 post-Soviet countries by region depending on the dynamics of GDP (GRP), the volume and structure of industrial production, changes in the structure of the fuel balance and energy intensity. During the crisis of the 1990s, pollution decreased in all countries and most regions, but at a slower rate than production, and as a result, specific emissions increased due to the greater resilience of the most “dirty” industries to the crisis. Pollution in the largest countries

was the most persistent, and within countries in the largest emission regions. During the growth period, there was an increase in emissions in the regions of hydrocarbon production. Regional differences in emissions are mainly due to industrial production for Russia and Ukraine, with high consistency between production and pollution trends. In Ukraine, the decline in production in the Eastern regions has led to a shift in pollution to areas of population concentration. In Kazakhstan, the territorial structure of emissions is determined by the volume of coal-fired power generation and the location of energy-intensive industries. In the post-Soviet space, inherited development factors determine pollution from the energy sector, where outdated funds and the structure of the fuel balance have been preserved to the greatest extent. Large industrial regions tend to stabilize their emissions, while small regions either reduce their emissions or increase them.

*Keywords:* air emissions, industrial pollution, regression analysis, the decoupling effect, the countries of the EEU, the countries of the CIS.

## REFERENCES

1. Artjuhov V.V., Martynov A.S. *Metodika ocenki jekologicheskoy i jenergeticheskoy jeffektivnosti jekonomiki Rossii* [Methodology for assessing the environmental and energy efficiency of the Russian economy]. Moscow: Interfaks Publ., 2010. 101 p. (In Russ.).
2. Bitjukova V.R., Popov A.A. Environmental consequences of structural changes in Russian industry in 1990–2014. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*, 2015, vol. 19, no. 6, pp. 4–10. (In Russ.).
3. Bobylev S.N., Zubarevich N.V., Solov'eva S.V. Crisis Challenges: How to Measure Development Sustainability. *Voprosy jekonomiki*, 2015, no. 1, pp. 147–160. (In Russ.).
4. *Gosudarstvennyj doklad o sostojanii okruzhajushhej prirodnoj sredy Rossijskoj federacii v 2016 g.* [State report on the state of the environment of the Russian Federation in 2016]. Moscow, 2017. 761 p. (In Russ.).
5. *Doklad ob jekologicheskoy situacii v Hanty-Mansijskom avtonomnom okruge - Jugre v 2016 g.* [Report on the environmental situation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug–Ugra in 2016]. URL: <http://www.prirodnadzor.admhmao.ru> (Accessed: 19.11.2019). (In Russ.).
6. Kijuev N.N. Environmental security of Russia and external threats. *Priroda*, 2002, no. 11, pp. 3–10. (In Russ.).
7. Lopatnikov D.L. Ecological transition. *Regional'nye issledovanija*, 2013, no. 3 (41), pp. 4–8. (In Russ.).
8. Solodovnikov A.Ju., Chistobaev A.I. *Vlijanie neftegazodobychi na social'no-jekologicheskiju sredu Obского Severa*. [Impact of oil and gas production on the social and ecological environment of the Ob North]. St. Petersburg: VVM Publ., 2011. 310 p. (In Russ.).
9. Bobylev S.N., Kudryavtseva O.V., Yakovleva Ye.Yu. Regional priorities of green economy. *Economika regiona*, 2015, no. 2 (42), pp. 148–159.
10. Farrell M. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1957, no. 120, pp. 253–281.
11. Gómez-Calvet R., Conesa D., Gómez-Calvet A., Tortosa-Ausina E. 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, no. 132, pp. 137–154.
12. Grossman G.M., Krueger A.B. Environmental impact of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working paper*, 1991, no. 3914, pp. 177–189.
13. Hung M.F., Shaw D. Economic Growth and the Environmental Kuznets Curve in Taiwan: A Simultaneity Model Analysis. In: *Human Capital, Trade, and Public Policy in Rapidly Growing Economies: From Theory to Empirics*. 2004. URL: <http://www.sinica.edu.tw/econ/dshaw/download/ekc.pdf> (Accessed: 19.11.2019).
14. 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, pp. 163–184.
15. Nagvi A., Zwickl K. Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sector and air pollutants. *Ecological Economics*, 2017, vol. 133, pp. 111–126.
16. Panayotou T. *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development*. International Labour Office, Working Paper, 1993. 42 p.
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, no. 38, pp. 6172–6179.
18. Stern D.I. *The Environmental Kuznets Curve: A Primer*. Crawford School of Public Policy. The Australian National University. CCEP Working Paper, 2014. 21 p.
19. Takeda F., Matsuura K. *Trade and environment in East Asia: Examining the linkages with Japan and the USA*. 2004. URL: <http://ssrn.com/abstract=64204> (Accessed: 19.11.2019).
20. Wang Z.H. Regional total factor energy efficiency: an empirical analysis of industrial sector in China. *Applied Energy*, 2012, no. 97, pp. 115–123.
21. *Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Azerbajdzhan* [National Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan]. URL: <https://www.stat.gov.az> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
22. *Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Armenija* [National Statistical Committee of the Republic of Armenia]. URL: <https://www.armstat.am/ru> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
23. *Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus'* [National Statistical Committee of the Republic of Belarus]. URL: <http://www.belstat.gov.by> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
24. *Nacional'naja statisticheskaja sluzhba Gruzii* [National Statistical Service of Georgia]. URL: <http://geostat.ge> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).

25. *Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Kazahstan* [National Statistical Committee of the Republic of Kazakhstan]. URL: <http://stat.gov.kz/faces> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
26. *Nacional'nyj statisticheskij komitet Kyrgyzskoj Respubliki* [National National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic]. URL: <http://www.stat.kg/ru> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
27. *Nacional'noe bjuro statistiki Respubliki Moldova* [National Bureau of Statistics of the Republic of Moldova]. URL: <http://www.statistica.md/ru> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
28. *Nacional'nyj komitet Tadžikistana po statistike* [National Committee of Tajikistan on Statistics]. URL: <https://www.stat.tj> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
29. *Nacional'nyj komitet Turkmenistana po statistike* [National Committee of Turkmenistan on Statistics]. URL: <http://stat.gov.tm/ru> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
30. *Nacional'nyj komitet Respubliki Uzbekistan po statistike* [National Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics]. URL: <https://stat.uz/ru> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
31. *Nacional'naja sluzhba statistiki Ukrainy* [National Statistics Service of Ukraine]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).
32. *Osnovnye pokazateli okružhajushhej sredy: statisticheskij bjulleten'* [Environmental Key Indicators: Statistical Bulletin]. URL: <http://www.gks.ru> [Accessed 19.11.2019]. (In Russ.).

Received 12.11.2020

Accepted 29.12.2020