

РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ В 1990–2012 гг.

Экологическая ситуация постепенно становится всё более значимым фактором регионального развития. Однако эффективное управление ею ограничено не только недостатком средств, выделяемых на охрану окружающей среды, отсутствием адекватной экологической политики и эффективных рычагов управления, но и слабой информационной обеспеченностью. Необходима комплексная оценка экологического состояния территорий в динамике, так как ситуация в зонах загрязнения, оставшихся от предыдущих эпох, может улучшаться, вместе с тем появляются ареалы нового загрязнения, в разной степени зависящие от динамики экономического развития.

Оценка изменения территориальной структуры антропогенного воздействия (АВ) как реакции на экономическую динамику требует разработки методики интегральной оценки АВ, основанной на сопоставимости разных территориальных уровней, временных срезов, оценок объёмов и интенсивности разных видов воздействия.

Состояние изученности проблемы

Интегральные оценки экологической ситуации начали появляться практически одновременно в СССР и на Западе. Но различия в условиях развития этого метода исследований предопределили расхождение путей уже на начальном этапе формирования оценок. Обобщая имеющийся опыт работ в этой области коллективов учёных, правительственных и международных комиссий, можно выделить ряд особенностей. В зарубежных исследованиях используется более ста различных показателей, основные из которых можно объединить в четыре группы.

1. *Базовые показатели, учитывающие экологические индикаторы:* индекс адаптированных чистых сбережений (World..., 2009), экологически адаптированный чистый внутренний продукт стран (Indicators..., 1996) и регионов (Бобылев и др., 2008). Однако использование базовых показателей ограничено сопоставимостью данных разных стран (Little..., 2009).

2. *Индексы устойчивого развития*: экологической устойчивости (Environmental..., 2001), реального прогресса и благосостояния (Report..., 2001), устойчивого экономического развития (Диксон и др., 2000). Наряду с показателями обеспеченности базовыми услугами такие индексы включают экологические индикаторы. Рейтинг приоритетности экологических проблем в регионах России включает индексы бедности, экологических издержек, технологичности производств, безработицы и ещё множества разных по значимости и надёжности показателей; это создаёт проблемы при интерпретации результатов (Виноградов и др., 2004). Но главный недостаток – попытка интегрировать разнонаправленные показатели, когда наряду с индикаторами АВ учитывается сокращение видов животных и активность в области охраны окружающей среды.

3. *Индексы вклада стран в глобальные проблемы*: индекс живой планеты (Живая..., 2012), экологический след (The Ecological..., 2008), основной методический недостаток которых заключается в использовании косвенных оценок, например, эмиссии углекислого газа – через годовой прирост древесины вместо прямого расчёта объёмов эмиссии от промышленных предприятий, энергетики и транспорта.

4. *Индексы экологического состояния* опираются на показатели антропогенного воздействия (объём выбросов в атмосферу, сточных вод) или «экологической результативности» (воздействие экологического фактора на здоровье человека и состояние экосистем). Большинство предложенных подходов ориентируется на межстрановые различия и использует преимущественно душевые показатели (Оценка..., 2008).

В отечественной практике ограниченность доступной статистики нередко компенсируется усложнением методики, включением ёмкости территории или коэффициентов самоочищения, особенностей природных условий (Ивашкина, 2010; Кочуров, 2002). Это либо оценки только одного природного компонента или явления, но по нескольким индикаторам (Гагарина, 2009; Гладкевич и др., 2011), либо комплексные оценки воздействия на природную среду, но по одному региону или городу (Бурцева, 2006; Черногаева, Зеленов, 2013). Оценки всех регионов страны встречаются редко, поскольку они в наименьшей степени обеспечены сопоставимыми статистическими данными (Милько, 2005). Процессы деградации по отдельным показателям с интегральным качественным анализом раскрываются на примере влияния структурных сдвигов в хозяйстве (Клюев, 2007).

Всё сказанное выше подтверждает актуальность разработки современных методов оценки изменения территориальной структуры антропогенного воздействия на региональном уровне.

Методика оценки антропогенного воздействия в регионах России

Антропогенное воздействие на окружающую среду по своей сути многоаспектно и не имеет общепризнанной формализованной структуры и набора индикаторов. Поэтому выделение приоритетных критериев неизбежно носит субъективный характер. В определённой мере элемент субъективности снижается при использовании различных вариантов оценки и последующего отбора лучшего из них.

Для минимальной степени дублирования показателей выбор индикаторов для оценки уровня воздействия в регионах целесообразно проводить по видам воздействия, а не по источникам. Наиболее полный перечень видов антропогенного воздействия, используемых в международных и национальных оценках, включает воздействие на атмосферу, водные и земельные ресурсы, аграрный комплекс, лесные ресурсы, а также радиационное воздействие.

Отбор показателей по каждому блоку основан на принципах системности; достоверности и статистической обеспеченности; выраженной территориальной дифференциации; наличия чётко интерпретируемой динамики. Для каждого вида антропогенного воздействия предлагается набор абсолютных и относительных (указаны в скобках) показателей: A_1 – приведённый к единичной токсичности объём (плотность в расчёте на площадь земель городов, промышленности, транспорта) выбросов от промышленности и автотранспорта; A_2 – коэффициент токсичности выбросов; B_1 и B_2 – соответственно объём (доля) водопотребления и сбросов (удельных) сточных вод (в расчёте на ресурсы поверхностного стока); C_1 – приведённый объём (плотность) твёрдых отходов; C_2 – площадь (доля) нарушенных земель промышленности; D_1 и D_2 – площадь (доля) распаханной и мелиорированных земель соответственно; D_3 , D_4 и D_5 – абсолютное (удельное) внесение минеральных, органических удобрений и пестицидов соответственно; D_6 – поголовье (плотность) скота; E_1 – объём (доля от общих запасов) заготовленной древесины; E_2 – площадь рубок (доля относительно расчётной лесосеки); E_3 – объём (доля от запасов) несанкционированных

рубков; F_1 – численность (доля) жителей в зонах радиоактивного загрязнения; F_2 и F_3 – плотность загрязнения радионуклидами ^{137}Cs почвы соответственно лесов и местности; F_4 – площадь (доля от земель промышленности) загрязнения радионуклидами территорий предприятий Минатома; F_5 – сбросы (% от допустимых) радионуклидов с дебалансными водами на АЭС; F_6 – среднесуточные газоаэрозольные выбросы на АЭС долгоживущих радионуклидов (% от допустимых).

Интегральный индекс АВ рассчитывается при агрегировании нормированных перечисленных выше показателей. При выборе методов нормирования в качестве критериев учитывались характер влияния на итоговую оценку и содержательный смысл нормированных показателей. В данном исследовании был применён метод логарифмического масштабирования, который снимает чрезмерные различия ряда показателей, делает структуру более равномерной и более адекватно отражающей проблемы регионов¹ (Битюкова, Кириллов, 2010).

Для выбора оптимального метода регионального мониторинга АВ были рассчитаны два вида интегральных индексов: *МАВ – масштаба антропогенного воздействия* на основе абсолютных показателей отдельных видов нагрузки и *ИАВ – интенсивности антропогенного воздействия* на основе относительных показателей. Последний рассчитывался по формуле:

$$IAV = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) + \left(\frac{B_1 + B_2}{2} \right) + \left(\frac{C_1 + C_2}{2} \right) + \left(\frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6}{6} \right) + \left(\frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \right) + \left(\frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6}{6} \right).$$

Применение абсолютных или относительных показателей зависит от цели исследования. Если речь идёт о влиянии на природный ландшафт или здоровье населения, более оправданны абсолютные показатели, так как весь объём загрязняющих веществ, поставляемый источником, распространяется в ландшафте и влияет на всю популяцию.

Доминирующие факторы АВ в регионах России выявлялись с помощью оценки структуры интегрального индекса, а также соотноше-

¹ Приоритетный способ оценки АВ выбрали методом «обучающей выборки», при которой, исходя из характера индекса, отбирались регионы-антагонисты, потенциально отражающие полюса рассматриваемой проблемы. Выборка включала примерно 10 регионов, которые со всей очевидностью занимают ту или иную позицию, но не включались регионы, обладающие чрезмерными максимальными и минимальными характеристиками по соответствующему индексу.

ния территориальных структур антропогенного воздействия и других факторов с помощью нескольких индексов.

Структурное соответствие интегрального индекса АВ региона среднероссийскому. Показатель близости региональных структур антропогенного воздействия к среднероссийской (J_r) оценивался по формуле:

$$J_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_r - d_0)^2}{\sum_{i=1}^n (d_r + d_0)^2}},$$

где d_i – доля субиндекса в регионе в комплексном показателе ИАВ; d_0 – доля субиндекса в ИАВ страны; i – индекс региона; r – индекс субиндекса.

Коэффициент имеет предельные значения от 0 до +1, и чем ближе его значение к нулю, тем в меньшей степени структура рассматриваемого региона отличаются от среднероссийской. Шкала меры существенности различий структур по критерию J_r основана на статистической оценке тождественности структур, что позволяет разделить регионы на шесть групп, отбросив крайние позиции.

Структура интегрального индекса АВ служит важным фактором разработки региональных стратегий, так как отражает степень влияния одного или нескольких видов АВ на экологическую ситуацию в регионе. *Индекс структурного разнообразия (А) Херфиндаля–Хиршмана* (Herfindahl–Hirschman index) показывает степень монополизации видов воздействия для региона по формуле:

$$A = \sum_{i=1}^n X_i^2,$$

где i – вид воздействия; X_i – доля в суммарном индексе АВ; n – количество видов воздействия.

Соотношение территориальных структур АВ и других факторов (ВВП, объёмов промышленного производства) определялось с помощью индекса Салаи и интегрального коэффициента структурных различий Гатева, которые обладают более совершенными аналитическими свойствами, чем линейный и среднеквадратический коэффициенты, поскольку варьируют в пределах от 0 до 1. Чем ближе к нулю, тем меньше различия между признаками; чем ближе к единице, тем

ощутимее различия между признаками в структуре. Интегральный коэффициент структурных различий Гатева определяется по формуле:

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

где d_1 – доля региона в уровне АВ на определённый природный компонент страны; d_2 – доля региона в стране по объёму промышленного производства, ВВП, инвестициям в основной капитал на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Результаты

Интегральные индексы масштабов и интенсивности АВ были рассчитаны для четырёх временных срезов: 1990 г. – начало переходного периода, 1998 г. – окончание кризиса, 2003 г. – завершение первого этапа компенсационного роста, 2012 г. – последняя дата. Основные различия рейтингов определяются не столько методом нормирования, сколько использованием абсолютных и относительных показателей, хотя и они меняют в основном положение срединных регионов: коэффициент линейной корреляции между индексами МАВ и ИАВ составляет 0,61.

Абсолютные показатели значительно легче интерпретируются и больше подходят для целей региональной экологической политики. По индексу МАВ максимальные объёмы воздействия во всех федеральных округах локализованы в одном–двух регионах. Территориальная структура абсолютных показателей столь устойчива, что применение разных способов нормирования, логарифмирование и даже набор показателей её мало меняют. Несмотря на логарифмирование, поляризация регионов по данному индексу очень велика: максимальный МАВ превышал минимальный в 1990 г. в 57 раз, а в 2012 г. – более чем в 100 раз.

Относительные показатели снижают позицию в рейтинге (относительно рейтинга абсолютных показателей) у трёх типов регионов. Во-первых, у больших по площади с интенсивным, но достаточно локализованным АВ (Красноярский край, Тюменская, Архангельская, Ростовская, Вологодская, Иркутская области). Во-вторых, у регионов, где есть крупные реки, которые находятся под большим антропогенным прессом, но

плотность воздействия невелика (Новосибирская, Омская, Пермская области). В-третьих, у мощных агропромышленных регионов (Ставропольский и Алтайский края), так как в 1990-е годы опережающий спад производства произошёл в ведущих сельскохозяйственных регионах с наиболее интенсивным сельским хозяйством. Напротив, поднимаются в рейтинге промышленные регионы с локализованной нагрузкой (Тульская, Липецкая, Белгородская области) и особенно федеральные города. Из-за аграрной нагрузки усиливается экологическая напряжённость в Черноземье и южных регионах. Однако ядра экологической напряжённости, почти равномерно распределённые по территории страны, сохраняются при любом способе оценки. Это Челябинская, Свердловская, Кемеровская, Московская и Брянская области. Во всех федеральных округах есть регионы с высокой степенью АВ, выделяющиеся по сравнению с другими, но по абсолютным показателям эти различия значительно больше. По плотности воздействия более равномерно распределяется нагрузка в староосвоенных регионах, более локализована она за Уралом, в целом более сглажены региональные различия.

Разные методы расчёта приводят к разным выводам при анализе не только территориальной структуры, но и динамики. Изменение индекса МАВ выявляет тенденцию к сжатию АВ в отдельных зонах. Относительные показатели, напротив, делают структуру комплексного показателя более сбалансированной, показывая усиление равномерности в распределении нагрузки при наличии у каждого региона своего специфического набора проблем. Использование относительных показателей позволяет выделить староосвоенные районы: Урал, обе столицы и пристоличные агломерации, где АВ усиливается все последние десятилетия, регионы чёрной металлургии и развитые южные регионы (рис. 1).

Типология регионов по интегральному индексу масштаба воздействия

По индексу МАВ выделяется шесть типов регионов (рис. 2а, б).

Критический уровень АВ. В 1990 г. к данной группе относились Красноярский край и Челябинская область, в 1998 г. остался только Красноярский край. В период роста цен на нефть лидерство перешло к нефтегазовым округам, и в 2012 г. наибольшим уровнем АВ характеризовались только ХМАО и ЯНАО. В отличие от большинства староосвоенных ре-

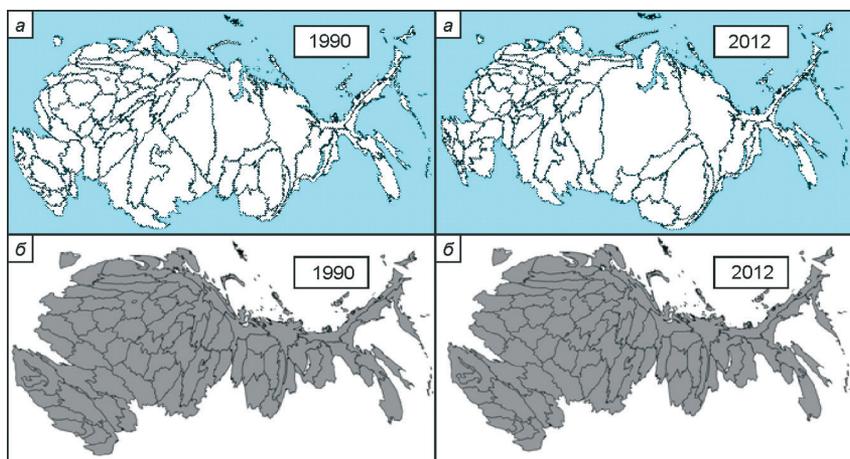


Рис. 1. Анаморфозы по интегральным индексам антропогенного воздействия МАВ (а) и ИАВ (б) в 1990 и в 2012 г. (площадь регионов пропорциональна значениям индексов)

гионов, специализирующихся на обрабатывающей промышленности, где загрязнение локализуется в городах и агломерациях, в добывающих регионах нового освоения воздействие рассредоточено по территории.

Высокий уровень АВ в 1990 г. был характерен для Тюменской области и её округов, Свердловской, Ленинградской областей и Краснодарского края. К концу кризиса уровень АВ снизился во всех регионах, и в данной группе оказались только Тюменская и Челябинская области. В 2003 г. в этой группе не осталось ни одного региона, так как в связи с ростом нефтедобычи в Тюменской области уровень АВ вырос, а в Челябинской продолжил сокращаться. В 2012 г. здесь оказался только Красноярский край, несколько сокративший уровень АВ.

Средний уровень АВ в 1990 г. был характерен для регионов, где воздействие формируется многими видами (Ростовская, Иркутская, Московская, Оренбургская области, республики Башкортостан и Татарстан). В 2012 г. средний уровень характеризует мощные промышленные регионы, продолжающие зону критического и высокого уровня воздействия: Челябинская, Иркутская, Оренбургская, Ленинградская области и Краснодарский край. Последний – из-за высоких значений субиндекса водного и аграрного воздействия, так как в крае самые высокие в стране потери воды при транспортировке (16% суммарного забора воды), более 80% загрязнённых сточных вод сбрасы-

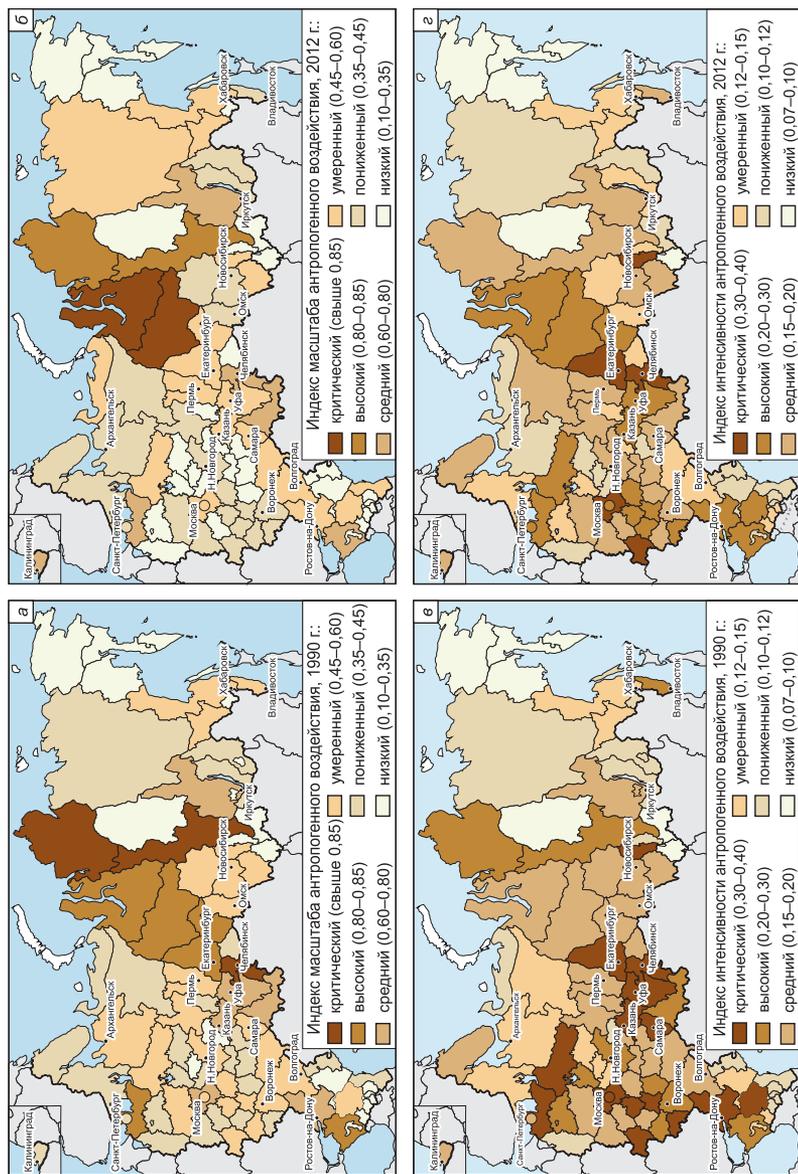


Рис. 2. Индекс антропогенного воздействия (МAB) в 1990 (а) и 2012 (б) гг., рассчитанный на основе абсолютных показателей и индекс антропогенного воздействия (ИАВ) в 1990 (в) и 2012 (г) гг., рассчитанный на основе относительных показателей

ваются без очистки, нагрузка на земельные ресурсы повышена, увеличиваясь в результате активного строительства.

Умеренный уровень АВ в 1990 г. был характерен для 25 регионов, в трети из которых к концу кризисного периода уровень воздействия снизился (Архангельская, Тверская, Курская, Рязанская и другие области). К 2003 г. продолжали снижать уровень воздействия Тульская, Нижегородская, Брянская области. К 2012 г. данная группа пополнилась регионами с более высоким до этого уровнем АВ, где нагрузка формируется одним–двумя ведущими факторами: атмосферным и водным (Оренбургская, Пермская области, Республика Татарстан), водным и лесным (Архангельская, Вологодская области, Забайкальский, Приморский, Хабаровский края), водным и земельным (Московская и Ленинградская области).

Пониженный уровень АВ в 1990 г. был характерен для 24 регионов Европейской России. Устойчиво на протяжении исследуемого периода здесь находились только Белгородская, Мурманская, Орловская, Смоленская, Рязанская, Калининградская области, республики Бурятия и Карелия. К 2012 г. в данной группе были снизившие уровень воздействия Омская, Томская, Новосибирская, Амурская области, республики Тыва и Якутия.

Низкий уровень АВ по абсолютным показателям – в регионах, где экологические проблемы локализованы в отдельных ареалах, а в структуре явно выделяется воздействие на лесные и земельные ресурсы и аграрная нагрузка (Еврейская АО, республики Марий Эл, Северная Осетия – Алания, Ингушетия, Калмыкия, Магаданская область). Особое место занимает Республика Калмыкия с низким АВ, кроме воздействия на воду.

Типология регионов по интегральному индексу интенсивности воздействия

Индекс воздействия по относительным показателям (*ИАВ*) значительно меньше различается по регионам страны, чем по абсолютным, и эти различия значительно сократились: в 1990 г. максимальный *ИАВ* превышал минимальный в 3,5 раза, а в 2012 г. – в 1,8. По индексу *ИАВ* также выделено шесть типов регионов (рис. 21 в, г).

В группе регионов с *критическим уровнем АВ* в 1990 г. проживало 36% населения страны, к 2003 г. осталось 28%, а к 2012 г. – 11,5% (рис. 3). Динамика обусловлена дифференцирующей ролью кризиса и экономического роста. Стабильное ядро данной группы составляют регионы с преоблада-

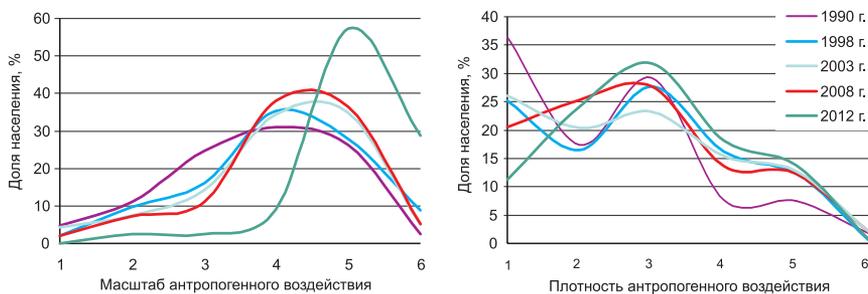


Рис. 3. Распределение населения по регионам с разным уровнем индекса АВ: 1 – критический, 2 – высокий, 3 – средний, 4 – умеренный, 5 – пониженный, 6 – низкий

нием 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 обуславливает значительные объёмы сточных вод, отходов, повышенное воздействие автотранспорта.

В условиях *высокого уровня* АВ в 1990 г. проживало около 17% населения страны, к 2003 г. доля несколько сократилась, а к 2008 г. увеличилась до 25,3%. Состав этой группы изменился на 80% по сравнению с 1990 г. и на половину по сравнению с 2003 г. Группа представлена либо регионами, снизившими воздействие на атмосферу (Тульская, Липецкая, Белгородская, Вологодская области), земельные (республики Татарстан и Башкортостан), водные ресурсы (Ставропольский край, Ростовская и Ленинградская области), либо, наоборот, регионами, куда смещается нагрузка (Тюменская область, Республика Коми).

Средняя степень АВ отмечается в регионах (27–29% населения) с грязными производствами, которые испытали интенсивный спад, либо в регионах с преобладанием крупных предприятий относительно чистых отраслей (Новосибирская область, Алтайский край, Республика Мордовия), либо в регионах с радиационным воздействием (Калужская и Тверская области).

Количество регионов с *умеренным, пониженным и низким уровнем* АВ увеличилось в период экономического спада 1990-х годов, но с началом экономического роста вновь сократилось. Определённой компенсацией за более низкий уровень экономического развития служит относительное благополучие экологической ситуации, хотя ареалы сильно изменённой

природы есть везде. В условиях пониженного уровня АВ проживает 13,8% населения страны, а в условиях низкого – 0,8%. Но даже те регионы, которые считаются чистыми, имеют свои специфические проблемы.

Структура интегрального индекса. Интегральный индекс АВ показывает региональную структуру распределения антропогенной нагрузки по территории страны. Не менее важно также соотношение тех блоков, которые формируют нагрузку.

Структура *ИАВ* – основа для разработки приоритетов региональной экологической политики. В *ИАВ* России доля субиндекса воздействия на атмосферу составляет 14,7%; водные ресурсы – 15,2; земельные ресурсы – 21,1; лесные ресурсы – 27,1; аграрного воздействия – 19,5; радиационного – 2,4%. Региональные отклонения от данной структуры отражают локализацию основных видов воздействия (рис. 4).

По индексу структурного соответствия J_r в России нет ни одного региона, у которого структура *ИАВ* была бы тождественна или в оппозиции к среднероссийской.

Весьма низкий (Нижегородская область) и *низкий* (Кировская, Ульяновская, Пензенская области, Республика Мордовия) уровни различий по сравнению со среднероссийской структурой наблюдаются в регионах среднего Поволжья (рис. 5). Это означает, что среднероссийская структура комплексного показателя формируется в регионах с умеренным уровнем АВ и средними значениями показателей нагрузки на все виды природных ресурсов.

Существенный уровень различий характерен для большинства регионов Европейской России. В них наблюдаются средние уровни промышленной нагрузки, в северных наибольшее отклонение достигается за счёт повышенных уровней воздействия на лесные ресурсы, а в южных – за счёт воздействия аграрного комплекса.

Значительный и весьма значительный уровни различий (0,3–0,5) характерны для двух полярных типов регионов: с наиболее мощным, преимущественно промышленным, уровнем АВ (Челябинская, Кемеровская, Тюменская области) и, напротив, с незначительным воздействием, где в небольших масштабах влияет только один фактор (республики Калмыкия и Тыва, Чукотский АО). Наибольший уровень отклонения (0,62) – в Красноярском крае, где мощное промышленное воздействие локализовано в ограниченных ареалах.

Структурное разнообразие интегрального индекса также служит основой для выявления ключевых факторов антропогенного воздействия.

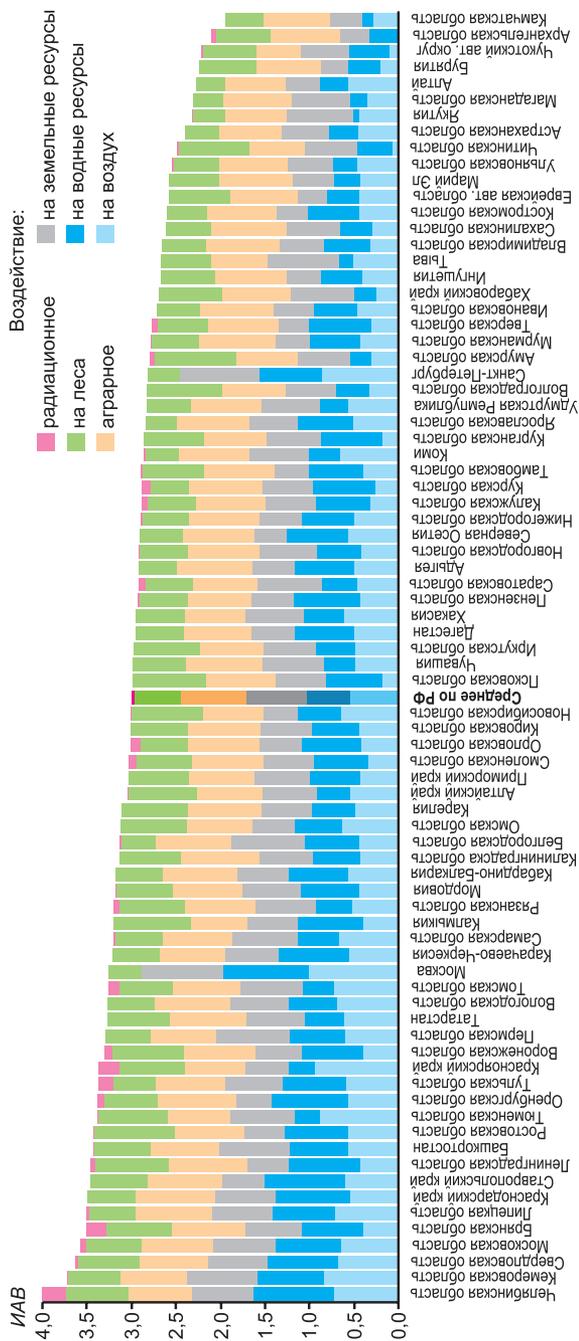


Рис. 4. Структура интегрального индекса ИАР по регионам России, 2012 г.



Рис. 5. Оценка тождественности структуры ИАВ в регионах среднероссийской структуре

Для ИАВ при внутренней структуре, состоящей из шести субиндексов, максимальная степень монополизации структуры составляет 1, а максимальное разнообразие – 0,167. Реальное распределение за счёт усреднения и выравнивания при нормировании составляет от 0,19 до 0,30. Исходя из этого, можно выделить три уровня разнообразия структур ИАВ:

- высококонцентрированные структуры ($0,22 < A < 0,3$);
- умеренно разнообразные структуры ($0,2 < A < 0,22$);
- разнообразные структуры ($0,16 < A < 0,2$).

Индекс структурного разнообразия A имеет обратную зависимость от уровня воздействия, т.е. по мере усиления воздействия сокращается монополизация отдельных видов. Кластерный анализ показывает достаточно равномерное распределение регионов по двум этим индексам. При *низком* и *весьма низком* уровне *отличия* региональной структуры ИАВ от среднероссийской (по J_r) сам ИАВ максимально диверсифицирован.

Существенный уровень различий:

- при умеренно разнообразной структуре – это самое распространённое сочетание (четыре региона преимущественно Юга и Центра России со средним и невысоким уровнем АВ);

- при разнообразном воздействии характерен для регионов с высоким ИАВ (Липецкая, Тульская, Ленинградская, Воронежская области, Башкортостан и др.);
- при концентрированном воздействии, напротив, характерен для регионов с низким ИАВ (Ингушетия, Еврейская АО, Северная Осетия – Алания). *Значительный и весьма значительный уровни различий:*
- при умеренно разнообразной структуре – множество (13) разных регионов: это и слабо индустриализованные республики (Калмыкия, Тыва, Алтай, Карачаево-Черкесия), и мощные промышленные регионы (Республика Коми, Тюменская и Мурманская области), а также Московская область и Краснодарский край;
- при разнообразном воздействии характерен для регионов с высоким ИАВ (Кемеровская Челябинская, Свердловская, Брянская, Белгородская, Томская, Иркутская области и Красноярский край);
- при концентрированном воздействии, напротив, характерен для регионов с низким ИАВ (Чукотский АО, Сахалинская, Псковская, Магаданская области и др.).

Индекс тождественности территориальных структур ИАВ и размещения отраслей промышленности выявил зависимость комплексного показателя от тех отраслей промышленности, которые размещены равномерно по территории (энергетика, пищевая промышленность). Коэффициент показывает, что территориальная структура прежде всего выбросов в атмосферу наиболее близка к территориальной структуре промышленного производства. Таким образом, установленные значения интегрального коэффициента структурных различий, варьирующих в пределах 0,3–0,4, свидетельствуют о наличии достаточно тесной зависимости объёмов выбросов в воздушный бассейн регионов от объёмов производства в рассмотренных отраслях. Тем самым подтверждается, что отраслевая наполненность экономического роста в регионах должна рассматриваться как фактор антропогенного загрязнения их воздушного бассейна. Поэтому отраслевая структура промышленности использована во многом для объяснения территориальной структуры АВ.

Индексы Салаи и Гатева позволили выявить основной структурный фактор антропогенного воздействия в регионах. Результаты расчётов представлены в таблице.

Значительные степени взаимобусловленности территориальных структур (индекс Гатева минимальный – 0,19) в 2012 г. наблюдаются между ВВП и промышленным производством; населением и промышлен-

Таблица. Матрица коэффициентов взаимообусловленности территориальных структур Гатева (2012/1990 гг.)

Показатель	Объём промышленной продукции (в ценах 1990 г.)	Объём выбросов	Использование свежей воды	Образование отходов	Использование и обезвреживание отходов производства и потребления	Сброс загрязнённых сточных вод
Численность населения	0,17/0,16	0,64/0,68	0,45/0,34	0,90/0,86	0,89	0,27/0,21
ВВП (в ценах 1990 г.)	0,19/0,14	0,62/0,45	0,48/0,44	0,89/0,67	0,89	0,28/0,43
Объём промышленной продукции (в ценах 1990 г.)		0,61/0,48	0,43/0,43	0,90/0,64	0,91	0,26/0,40
Объём выбросов			0,60/0,53	0,73/0,41	0,71	0,62/0,48
Использование свежей воды				0,86/0,72	0,87	0,45/0,35
Образование отходов					0,08	0,84/0,69
Использование и обезвреживание отходов производства и потребления						0,85

ным производством, а также объёмом загрязнённых сточных вод. В 1990 г. связь была ещё теснее (0,13). В последние годы усилилась зависимость использования и обезвреживания отходов производства и потребления от объёма образования отходов, что связано с сильной региональной локализацией образования отходов: 54% их образования и 55% использования приходится на Кемеровскую область (в основном это отходы добывающей промышленности). Степень взаимообусловленности значительно возросла, так как в 1990 г. 20% токсичных отходов страны образовывалось в Челябинской области, а степень утилизации была выше в Центре.

Умеренная степень взаимообусловленности территориальных структур (0,35–0,45) существует между объёмом промышленного производства (или ВВП), с одной стороны, и объёмом водопотребления и объёмов сточных вод – с другой. Территориальная структура промышленности наиболее близка к территориальной структуре объёма сброшенных загрязнённых сточных вод, причём по сравнению с 1990 г. теснота связи повысилась почти в 2 раза. За эти годы увеличились структурные различия между объёмами потреблённой воды и объёмами сброшенных сточных вод по регионам из-за разных темпов введения оборотного водопотребления.

Незначительная степень взаимообусловленности территориальных структур характерна в 2012 г. для объёма выбросов в атмосферу и промышленного производства и ВВП (в начале 1990-х годов эта за-

висимость была значительно выше). Зависимость от промышленного производства объёма токсичных отходов была незначительной ещё в начале 1990-х годов, она стала совсем несущественной в 2012 г.

В 1990–2012 гг. степень взаимообусловленности территориальных структур производства и загрязнения (прежде всего воздушного и водного) сократилась, усилилась роль институциональных факторов. Сокращение АВ во многом связано с инвестиционным процессом в регионах, где нагрузка формируется одним-двумя ведущими факторами. Это – мощные промышленные регионы, специализирующиеся на топливной, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленности (Тюменская, Пермская, Томская, Самарская области, Красноярский край, Ненецкий АО, Республика Коми), т.е. отраслях, которые за всю историю своего развития только увеличивали концентрацию и масштабы производства. Для них надо ориентироваться на двойные эффекты от вложений в основную технологию. Отсюда и экологическая специфика отраслей: загрязняя весь природный комплекс, они имеют одно сверхмощное направление воздействия (на воду для целлюлозно-бумажной промышленности и на воздух для нефтяной промышленности). Но самая важная черта – большинство экологических индикаторов увеличивается при росте производства, несмотря на высокий уровень инвестирования.

За время кризиса 2008–2009 гг. различия между регионами значительно снизились, так как возросло воздействие на леса, характерное для относительно чистых регионов. Кроме того, недостаточная модернизация приводит к тому, что с каждым новым кризисом или даже замедлением темпов роста увеличиваются стоки и выбросы в слабых регионах, так как инвестиции в охрану окружающей среды сокращаются в кризис первыми.

Рамочные условия формирования стратегии улучшения экологической ситуации в значительной степени лежат в плоскости создания стимулов и поддержки инициативы предприятий по их экологизации и модернизации, поскольку инвестиции в охрану атмосферного воздуха, например, на 99% финансируются за счёт собственных средств предприятий.

Заключение

Экологические рейтинги регионов на основе комплексного индекса – эффективный метод определения приоритетов экологической политики. Интегральный показатель даёт новое понимание сложности и

многогранности экологической ситуации. Но для того чтобы рейтинг стал удобным инструментом при принятии решений, связанных с экологическим контролем и управлением природопользованием, необходимо чёткое понимание специфики расчёта комплексного показателя.

1. Различия в территориальной структуре абсолютных показателей столь устойчивы, что применение разных способов нормирования, логарифмирование и даже набор показателей её мало меняют. Выделяется экспортоориентированная сырьевая зона Таймыр – Ямал – Урал, где концентрируется свыше 55% промышленного производства и 70% выбросов в атмосферу страны. В отличие от большинства староосвоенных регионов, специализирующихся на обрабатывающей промышленности, где загрязнение локализуется в городах и агломерациях, в добывающих регионах нового освоения воздействие расщеплено по территории. Использование относительных показателей позволяет выделить староосвоенные районы: Урал, обе столицы и пристольные агломерации, где антропогенное воздействие усиливается все последние десятилетия, регионы чёрной металлургии и развитые южные регионы.

2. Разные методы расчёта приводят к совершенно разным выводам при анализе не только территориальной структуры, но и динамики. По абсолютным показателям проявляется тенденция к сжатию антропогенного воздействия в отдельных зонах, а по относительным – усиление равномерности в распределении антропогенного воздействия.

3. Структура интегрального показателя отражает природу территориальной неоднородности экологического состояния регионов, в значительной степени определяемой двумя факторами, унаследованными от предыдущего периода; их сочетание на большой территории порождает разнообразие типов и уровней антропогенного воздействия. Во-первых, это топливный баланс энергетики и ЖКХ, создающий общий фон загрязнения. Вся территория страны представляет собой матрицу, в которой в Европейской части с севера на юг мазут заменяется газом, в Азиатской части с севера на юг газ заменяется углём. Во-вторых, промышленная специализация, возраст и качество фондов. Институциональная среда, политика региональных властей определяют уровень модернизации активов, которая идёт с разной скоростью, а порой и в разных направлениях. Промышленность служит наиболее динамичным фактором состояния среды регионов, как правило, наиболее модернизированным. Среди всех используемых показателей объём выбросов в атмосферу сократился с 1990 г. в наибольшей степени

(сильнее сократилось только поголовье скота), а его рост в посткризисный период был значительно ниже, чем рост производства и ВВП.

4. Роль унаследованного развития в формировании современных территориальных различий экологического состояния регионов высока. Все три типа регионов опережающего развития, обладающие конкурентными преимуществами, имеют критический или высокий уровень антропогенного воздействия. В *богатых ресурсодобывающих регионах* усиливается воздействие на весь природный комплекс, причём более высокими темпами, чем экономическое развитие. В *крупнейших городских агломерациях* развитие на основе устаревших генпланов создаёт повышенную нагрузку на инфраструктуру от автотранспорта, порождает проблемы утилизации отходов, вырубки лесов, сокращения экологического каркаса, истощения водных ресурсов. Даже увеличение сервисных функций на старой транспортной основе приводит лишь к увеличению транспортных заторов, выбросов и шумовому давлению. Выгодное положение на путях мировой торговли, особенно *приморское положение*, помимо опережающего развития оборачивается не только разрушением естественных ландшафтов, но и переводом земель из разряда ООПТ. Догоняющее развитие во всех трёх типах регионов сопровождается деградацией природной среды, изменением её территориальной структуры.

Если для решения проблем загрязнённого воздуха, когда около половины населения регионов страны живёт в условиях повышенной нагрузки на воздушный бассейн, необходимо стимулировать предприятия, то проблемы водных и земельных ресурсов (в условиях их повышенного загрязнения живёт 57 и 56% населения) в большей степени ложатся на бюджеты разных уровней. При этом централизация бюджетов не позволит решить значительную часть проблем. Тем более, что, как и вся страна, регионы не отличаются хорошими институтами (нормами и правилами, снижающими в данном случае экологические издержки деятельности экономических агентов).

Метод комплексной оценки показал, что антропогенное воздействие более равномерно распределено по регионам, чем промышленность, с размещением которой оно традиционно связывается. Значения коэффициента структурных различий показывают, что территориальная структура *ИАВ* наиболее близка к территориальной структуре не «грязных» отраслей (топливной или металлургии), а равномерно размещённых (энергетика, пищевая).

Литература

- Битюкова В.Р., Кириллов П.Л. Методы комплексной оценки региональных различий экологической напряженности в России // Региональные исследования. 2011. № 2 (32). С. 56–69.
- Бобылев С.Н., Зубаревич Н.В., Соловьева С.В., Власов Ю.С. Индикаторы устойчивого развития: экономика, общество, природа. М., 2008. 232 с.
- Бурцева Е.И. Геоэкологические аспекты развития Якутии. Новосибирск: Наука, 2006. 270 с.
- Виноградов В.Г., Мартынов А.С., Тишков А.А., Чувелева Е.А. Обзор национальных приоритетов России в сферах деятельности приоритетных для ГЭФ и их регионального распределения на основе объективных индикаторов / сайт АНО «НЭРА»: <http://biodat.ru/db/mon/pri1.htm>
- Гагарина О.В. Комплексная оценка степени загрязнения (качества) воды в нормативных документах РФ / Вест. Удмуртского ун-та. Биология, Науки о Земле. 2009. Вып. 2. С. 3–11.
- Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. Комплексная многофакторная оценка опасности наводнений в России // Ресурсы и качество вод суши: оценка, прогноз и управление. Сб. трудов первой открытой конф. Научно-образовательного центра. М., 2011. С. 21–36.
- Диксон Дж., Бэккес Ж., Гамильтон К., Кант А., Латц Э., Педжиола С., Хи Ж. Новый взгляд на богатство народов. Индикаторы экологически устойчивого развития / Науч. ред. перевода и предисловие С.Н. Бобылев, В.И. Сидоренко. М.: ЦПРП, 2000. 130 с.
- Живая планета – 2008. Доклад WWF Intl. WWF России, 2008. 48 с.
- Ивашкина И.В. Экологические основы территориального планирования в городе Москве // Проблемы региональной экологии. 2010. № 1. С. 139–146.
- Клюев Н.Н. Изменение региональных хозяйственных структур в пореформенной России (Экологический аспект) // Изв. РАН. Сер. геогр. 2007. № 1. С. 13–23.
- Кочуров Б.И. Экологическая ситуация в России на обзорной карте // Природа. 2002. № 12. С. 51–56.
- Милюк Д.М. Экологические рейтинги в России // Экология производства. 2005. № 11. С. 37–44.
- Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. М.: Росстат, 2001–2011.
- Промышленность России. М.: Росстат, 2002–2012.
- Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: Российско-германское методическое пособие. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2008. 199 с.
- Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств: ежегодник. ФГБУ «НПО «Тайфун», Росгидромет, 1998–2013.
- Российский статистический ежегодник М.: Росстат, 1994–2012.
- Черногаева Г.М., Зеленев А.С., Комплексная оценка состояния окружающей среды Московского региона и его природных объектов по данным Росгидромета

- дромета // Геоэкологические проблемы Новой Москвы / Отв. ред. А.В. Кошкарёв, Э.А. Лихачева, А.А. Тишков. М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. С. 33–38.
- Environmental Sustainability Index, 2001 // An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force, World Economic Forum. Yale Center for Environmental Law and Policy: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/>
- Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies. United Nations. NY, 1996. 428 p.
- Little Green Data Book 2009. Washington DC: World Bank, 2009. 244 p.
- Report on the Aggregation of Indicators for Development. CSD, NY, 2001. 224 p.
- The Ecological Footprint Atlas. 2008. p. 87.
- World Development Indicators Online Database, British Petroleum (BP Statistical Review of World Energy June, Washington DC, 2009. 48 p.

V.R. Bityukova

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF REGIONAL DEVELOPMENT OF RUSSIA IN 1990–2012

The article is devoted to the peculiarities of constructing the integral human impact index for the evaluation of the environmental situation in the regions of Russia. The system of indicators of human impact for environmental monitoring is established, and the features of the different methods of normalization and aggregation are considered. Results of various kinds of integrated assessment are given. This index accurately reflects both the structure of human impact (on the air, water, land, and forest resources, as well as agricultural and radiation impact), and the dynamics of pollution of the natural complex in the regions of the country over the period 1990–2012. Ecological rating of the regions based on integral index is an effective method of determining the priorities of environmental policy. The structure of the integral index reflects components of the environmental stress spatial distribution and its connection with regional competitive advantages. Russian regions are extremely unbalanced by the environmental risks; human impact in regions is very diverse and more evenly distributed spatially than the industry. As a result, the industry, which has traditionally been associated with environmental problems in the regions, has become a major source of reducing the impact in recent years, except for mining sites of fuel resources. In addition, all the competitive advantages of the capital, port and transit regions are used without taking into account environmental factors.