

УДК 574(075):911.375

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПОТЕНЦИАЛА ПОЛЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© 2015 г. В.Р. Битюкова, С.Г. Сафронов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Россия  
e-mail: bituykova@yandex.ru, saffff@mail.ru

Поступила в редакцию 23.01.2015 г.

Впервые для всех 1100 городов России составлен рейтинг экологического состояния по интегральному индексу интенсивности антропогенного воздействия на окружающую среду, включающему загрязнение атмосферы, водных источников, величину твердых отходов, теплового и радиационного загрязнения. В статье предложен подход к интегральной оценке экологической ситуации в городах России, который учитывает как уровень антропогенного загрязнения в самом поселении, так и загрязнение в сложившейся системе расселения. Разработка такого метода выступает важной исследовательской задачей, поскольку основные социально-экологические последствия трансформации территориальной структуры хозяйства можно оценить через количество населения, проживающего в условиях разной степени загрязнения. Проведена типология городов страны по соотношению внутреннего потенциала загрязнения и “наведенного” от других городов, рассчитанного как потенциал поля антропогенного воздействия. Почти в половине российских городов экологическая ситуация формируется в результате внутреннего антропогенного воздействия. Треть городов России характеризуется равным вкладом внутригородских устаревших фондов и внешних источников. Каждый пятый российский город предоставляет свои средовые ресурсы для расселения и рекреации, находясь под влиянием центров агломераций. Предложенные меры по улучшению экологической ситуации в разных типах городов и регионов учитывают структурные особенности интегрального индекса, а также соотношение собственного и “внешнего” компонентов потенциала поля антропогенного воздействия.

**Ключевые слова:** экологическая ситуация в городах, интегральная оценка экологической ситуации, метод поля потенциалов, региональные экологические проблемы.

Экологическая ситуация (локальное или региональное изменение окружающей среды или отдельных ее компонентов, как правило, в результате антропогенного, а не природного влияния) в России за последнюю четверть века изменилась кардинальным образом: возникли новые условия ее формирования, обусловленные переходом от плановой экономики к рыночной, интеграцией России в глобальную экономику и усилением зависимости от мировых экономических циклов. Изменилась значимость факторов формирования экологической ситуации: роль технологических факторов постепенно снижалась, а роль структурных сдвигов в промышленности возрастала, так как максимальное сокращение объемов производства произошло в относительно высокотехнологичных перерабатывающих отраслях экономики.

Усилившаяся сырьевая специализация экономики привела к росту антропогенной нагрузки в регионах добывающей промышленности, а в крупнейших городах важным фактором антропогенной нагрузки стал быстрый рост автомобилизации. Институциональные механизмы слабо повлияли на экологическое состояние территорий, экологические платежи не стимулируют экологизацию хозяйственной деятельности, хотя крупный частный бизнес обладает значительными финансовыми ресурсами для модернизации производства.

Особо следует отметить значимость фактора географической дифференциации хозяйственной деятельности в формировании территориальных различий в характере и интенсивности антропогенного воздействия (АВ) на окружающую среду. В совокупности с фактором дифференциации

устойчивости различных типов природных ландшафтов к антропогенным воздействиям, это приводит к формированию территориальной неоднородности экологической ситуации. Исследование данных факторов позволяет построить не только констатирующую, но и объясняющую модель.

Метод интегральной оценки воздействия – это системное изучение, измерение и обобщение влияния факторов АВ путем обработки специальными приемами показателей, отражающих влияние хозяйственного комплекса и других источников с целью мониторинга экологической ситуации. Создание действующих инструментов сравнительного анализа городской статистики – основа для принятия управленческих решений по стратегическому планированию городского развития.

**Состояние изученности проблемы.** Для оценки неравномерности АВ на природную среду регионов могут применяться как системы показателей в дезагрегированной форме [6], так и синтетические (интегральные) индексы, которые наиболее адекватны комплексности предмета исследования. Различия в имеющихся методиках оценки экологической ситуации проявляются при решении таких вопросов, как выбор номенклатуры показателей, измерение этих показателей, выбор методов и процедур оценки для получения обобщенного оценочного суждения об уровне АВ конкретного города. Вместе с тем, методики или модели экологической ситуации в основном выстроены в логике либо субъективного [22], либо объективного измерения [2, 14].

В большинстве методик интегральной оценки городов экологические индикаторы интегрируются вместе с блоками “экономика” и “социум” в индексы качества жизни или устойчивого развития. *Индексы качества жизни* включает в себя наряду с индикаторами уровня и образа жизни, здоровья и продолжительности жизни, плотность выбросов [11, 16] или добавляют еще удельные стоки [3]. *Индексы устойчивого развития городов* включают индикаторы *развития города* (численность населения, площадь города, транспортные сети [24]), *городских потоков* (потребление энергии, товаров, ввозимых и вывозимых из города, водопотребление [13]), *качества городской среды* (отходы, качество водной и воздушной сред, шумовое загрязнение, озелененность, качество землепользования [14, 23]). По своему содержанию индексы устойчивого развития городов всё больше приближаются к индексам качества жизни.

*Экологические индексы* рассчитываются во многих странах [10, 15, 22]. В России они представлены оценками экологической опасности

городов, основанными на данных национальной статистики, где рассматривались индикаторы токсичности отдельных отраслей промышленности [7, 20]. Из-за различий в статистическом обеспечении методический аппарат интегральных оценок развивался только для оценки антропогенного воздействия. В дальнейшем это нашло выражение в попытках конструирования интегральных показателей в крупномасштабных исследованиях антропогенного воздействия в городах [1], либо мониторинга содержания различных поллютантов в городской среде [12].

Министерство природных ресурсов и экологии РФ представило рейтинг 82 городов России, методика которого была подготовлена “Ernst & Young” (<http://www.mnr.gov.ru>). В методике существует ряд недостатков, которые отразились на итоговом рейтинге: использование частично дублирующих друг друга блоков (“воздушная среда” и “транспорт”, показателей объемов выбросов и уровней загрязнения атмосферы), использование ограниченного списка городов для анализа существенно меняет итоговый рейтинг – он учитывает только 38% городов с наибольшим объемом выбросов. Данная методика, как и большинство других, применяющихся для анализа ситуации в отдельных городах или разных типах городов, сталкиваются с проблемой статистического обеспечения.

Более сложная проблема возникает при переходе к анализу в рамках групповых систем расселения, к осознанию взаимовлияния, наложения издержек экологической ситуации в ареалах (сгустках) городского расселения. В.В. Владимиров отмечает необходимость поиска новых форм расселения и целенаправленного формирования систем населенных мест, в основе которых – рассредоточение крупных городов, создание безотходных систем расселения, экологическая компенсация негативных воздействий средствами озеленения [4]. На методическом уровне взаимовлияние городов и отдельных предприятий оценивается с помощью расчета ареалов их воздействия [2].

**Методика комплексной оценки экологической ситуации в городах России** основывается на учете статистически значимых характеристик АВ, исходя из мощности и технологических особенностей источников антропогенного воздействия, которое не имеет общепризнанной формализованной структуры. Применительно к городам, где существуют наиболее сложные горизонтальные и вертикальные связи в системе общество-природа, формируется принципиально новая, сложная пространственно организованная природно-техногенная среда, для минимального дублирования показателей были выбраны приоритетные

направления воздействия: на атмосферу ( $A$ ), водные ( $B$ ) и земельные ресурсы ( $C$ ), тепловая ( $E$ ) и радиационная нагрузка ( $F$ ), а также плотность населения, дорожной сети и застройки ( $D$ ).

Отбор показателей по каждому блоку основан на принципах системности, достоверности и статистической обеспеченности, выраженной территориальной дифференциации и наличия четко интерпретируемой динамики, что позволило оценить именно структуру экологических проблем. Для каждого вида АВ использовалось от 2 до 7 показателей:  $A_1$  – плотность выбросов от промышленности и автотранспорта, приведенных к единичной токсичности в расчете на площадь земель городов, промышленности, транспорта<sup>1</sup>;  $A_2$  – коэффициент токсичности выбросов, рассчитанный как отношение объема выбросов в атмосферу, приведенного к объемам “монозагрязнителя”, т.е. к равной токсичности в структуре выбросов, к валовому объему выбросов;  $B_1$  – объем водопотребления и ( $B_2$ ) сбросов сточных вод на душу населения;  $B_3$  – доля загрязненных сточных вод;  $C_1$  – плотность приведенных твердых отходов;  $C_2$  – доля нарушенных земель промышленности;  $C_3$  – индекс токсичности отходов;  $D_1$  – плотность населения;  $D_2$  – плотность застройки;  $D_3$  – плотность транспортной сети;  $E_1$  – плотность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении;  $E_2$  – удельный отпуск тепловой энергии;  $E_3$  – число людей на один источник теплоснабжения; соотнесенные с фоновыми значениями для города  $F_1$  – среднегодовые объемные активности в воздухе приземного слоя атмосферы  $\Sigma\beta$ ;  $F_2$  –  $^{137}\text{Cs}$ ;  $F_3$  –  $^{90}\text{Sr}$ ;  $F_4$  – годовые выпадения  $\Sigma\beta$ ;  $F_5$  –  $^{137}\text{Cs}$ ;  $F_6$  –  $^{90}\text{Sr}$ ;  $F_7$  – содержание  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде (мБк/л).

При выборе методов нормирования критериями были характер воздействия на итоговую оценку и содержательный смысл нормированных показателей. В данном исследовании был предложен метод логарифмического масштабирования, который снимает чрезмерные различия ряда показателей, делает структуру более равномерной и более адекватно отражающей проблемы городов:

$$X = \frac{\log_{X_{\min}} X_{ij}}{\log_{X_{\min}} X_{\max}},$$

где  $X_{ij}$  – значение конкретного показателя.

Интегральный индекс антропогенного воздействия рассчитывался по формуле:

$$\begin{aligned} ИАВ = & \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) + \left( \frac{B_1 + B_2 + B_3}{2} \right) + \left( \frac{C_1 + C_2 + C_3}{2} \right) + \\ & + \left( \frac{D_1 + D_2 + D_3}{6} \right) + \left( \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \right) + \\ & + \left( \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7}{6} \right) \end{aligned}$$

(обозначения показателей приведены выше).

Информационной основой исследования послужили база данных “Паспорта городов России – 1997–2012” Вычислительного центра Росстата с сопоставимыми данными о 974 городах из всех 1100 городов страны, в которых проживает 92.4 млн чел. или 97% всех горожан страны, ежегодники радиационного загрязнения [19] и база данных Росприроднадзора о 906 видах отходов производства и потребления и 1534 видах экономической деятельности (на основе ОКВЭД) по 5 классам опасности для окружающей природной среды. Базы данных существенно отстают по времени, требуют дополнительной верификации, не содержат данных о городах-ЗАТО (кроме радиационного загрязнения), динамические ряды пока не доступны по отходам.

**Постановка задачи.** Новый этап исследования связан с учетом не только интегрального АВ, но и загрязнения в сложившейся системе расселения. Это выступает важной исследовательской задачей, поскольку основные социально-экологические последствия трансформации территориальной структуры хозяйства можно оценить через количество населения, проживающего в условиях разной степени загрязнения.

Подойти к решению этой задачи можно, опираясь на имеющиеся в географической науке концепции. Уже несколько десятилетий при изучении систем поселений применяется модель потенциала поля расселения, основывающаяся на выдвинутом еще в конце 1930-х гг. геодемографом Дж. Стюартом понятии демографического потенциала территории, и позднее несколько видоизменившаяся в трудах географов, в том числе и отечественных [5, 9, 18]. Прообразом модели служит представление о векторном поле пространственного влияния населенных пунктов, напряжение которого обуславливает потенциальную миграцию населения. Однако в дальнейшем эти представления были перенесены и на другие виды взаимодействия поселений, выразившиеся различными экономическими показателями.

В 1970–1980-х гг. в отечественной урбанистике была не без горячих дискуссий сформулирована важная концепция опорного каркаса расселения

<sup>1</sup> Качество предлагаемых показателей плотности загрязнения основано на расчетах по реальным ареалам загрязнения для 240 городов в крупном масштабе.

[8, 17, 21]. Ее развитием стали работы, в которых на основе процессов, протекающих в современных системах расселения, обосновывается понятие “каркасных эффектов” [5]. Один из них – развитие навстречу друг другу или “сближение” крупных городских агломераций, что способствует более эффективному взаимодействию между ними.

Наряду с положительными эффектами, связанными с экономией времени и ресурсов для преодоления пространства, концентрацией экономического и человеческого потенциала, возникают и отрицательные эффекты. В первую очередь это сложение полей загрязнения, порождаемых источниками, которые расположены в поселениях, входящих в изучаемую систему расселения. Косвенно такое интегральное поле может служить первым шагом и для оценки потенциальных экологических рисков, которые повышаются не только при сочетании различных видов загрязнения в пределах одного поселения, но и концентрации загрязнения в пределах системы взаимодействующих поселений.

Это обусловило объективную потребность учесть не просто АВ городов, но и их взаимовлияние, которое особенно явно проявляется для атмосферного загрязнения, что подтвердилось при мезомасштабных исследованиях [2]. Агломерационный эффект во влиянии выбросов соседних городов на загрязнение атмосферы рассматриваемого населенного пункта. Максимальный радиус воздействия, в пределах которого определялось влияние одного города на другой, – 35 км, исходя из наблюдений, проводившихся при ежегодных измерениях концентрации выбрасываемых промышленными предприятиями веществ в городах<sup>2</sup>. В результате, например, для агломерации Салават – Стерлитамак – Ишимбай система ветров обуславливает ситуацию, которой в каждый конкретный момент времени какой-то из городов обязательно подвергается влиянию; в основном за счет влияния соседних городов критический уровень экологической напряженности достигается в Ишимбае.

Межмагистральные и межселенные пространства подвергаются воздействию санкционированных и несанкционированных свалок, дачных и коттеджных поселков, неорганизованной рекреации, влиянию городов, расположенных выше по течению реки. Например, объем сбросов сточных вод отдельных городов в агломерациях Урала на уровне до 20 млн м<sup>3</sup>/год не вызывает ухудшения

качества воды ниже по течению для средних и крупных рек лесной и лесостепной зон (Миасс, Ай, Катав, Уфалейка, и др.), но аналогичное воздействие становится причиной чрезвычайно высокого уровня загрязнения малых по водности зарегулированных плотинами степных рек (Увелька). Дальнейший рост антропогенной нагрузки приводит к возникновению более четкой дифференциации по степени загрязнения между водными объектами. При объемах стоков выше по течению 30 млн м<sup>3</sup> экологическое состояние небольших рек заметно ухудшается (например, в среднем на 50% увеличивается содержание загрязняющих веществ в реках Миасс, Ай, Куся и др.). Уровень воздействия в 35–50 млн м<sup>3</sup> не является критическим только для самой крупной реки области – Урал (рис. 1).

При расчетах использовалась наиболее легко интерпретируемая формула потенциала поля:

$$P_i = V_i + \sum_{j=1}^n \frac{V_j}{R_{ij}},$$

где  $P_i$  – потенциал поля для города  $i$ ,  $V_i$  и  $V_j$  – значение интегральных индексов АВ, соответственно, для городов  $i$  и  $j$ ,  $R_{ij}$  – расстояние между городами  $i$  и  $j$ ,  $n$  – число городов.

В качестве  $R_{ij}$  использовались расстояния по воздушным прямым, матрица которых между всеми городами дополнительно рассчитывалась с использованием формул для расчета длины ортодромии. В данном случае, в отличие от многих других экономико-географических задач, в идеале предполагающих использование “транспортных” расстояний, “воздушные” расстояния наиболее адекватны.

**Обсуждение результатов.** Интегральный ИАВ, рассчитанный для всех городов страны, различается в тысячи раз, в разной степени зависит от структуры хозяйства и размера поселения, хотя и не имеет статистически достоверной связи с численностью населения города, но его территориальная дифференциация в пределах регионов имеет центр-периферийный характер. Наибольшими значениями интегрального индекса АВ характеризуются 29 городов, в которых проживает 18 млн чел. Состав данной группы разнообразен: в нее входят три города-миллионника (Москва, Новосибирск, Красноярск), четыре с населением 500–1000 тыс. чел. (Иркутск, Хабаровск, Кемерово, Тула), 7 крупных, 3 средних, 12 малых городов, среди которых на первом месте находится г. Заполярный.

Почти в 50 регионах есть центры с высоким значением интегрального ИАВ, 47 из которых –

<sup>2</sup> Рассчитано на основе методики ОНД-86 “Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий”. Л.: Гидрометеоиздат, 1987.



**Рис. 1.** Изменение качества воды в зависимости от объема сточных вод городов Челябинской области.

*Примечание:* Качество воды оценивалось по Ежегодникам Росгидромета, путем суммирования превышений ПДК загрязняющих веществ.

региональные столицы. По территории страны такие города распределены достаточно равномерно, нет диспропорции между европейской и азиатской частями, хотя заметнее их локализация в регионах Урала, Поволжья и юга Сибири. Максимальное число таких городов (4) в Иркутской области, по 3 – в Башкирии и Свердловской обл., по 2 – в Татарстане, Самарской, Кемеровской и Челябинской областях.

Степень, в которой города определяют экологическую ситуацию в своем регионе, различна. Поэтому на современном этапе развития урбанизационных процессов было бы правильным учитывать уровень развития групповых систем расселения и порождаемого ими куммулятивного эффекта, предварительно разделив города по роли “собственного”, порожденного “своими” или статистически приписанными источниками загрязнения, и потенциалом “наведенного” АВ от других городов. Действительно, как показывает опыт административного расширения городов, а иногда и волюнтаризм решений, касающихся “раздвигания” административных границ, географическая привязка источников воздействия часто носит формальный характер. Целый ряд эффектов – транзитные транспортные потоки, “съедание” и деградацию рекреационных зон в межселенных пространствах, наконец, трансграничное

загрязнение в пределах агломераций – учесть крайне сложно. С помощью метода потенциала его можно попытаться оценить, или как минимум учесть при построении типологий.

**Типы городов по структуре потенциала.** Как видно из формулы, интегральный потенциал каждого города состоит из двух частей: “собственной” (ИАВ) и “наведенной” от других городов. Это позволяет выделить 3 типа городов. *Первый* – города с доминированием собственных факторов АВ, *второй* – те, у которых “наведенное” слагаемое преобладает; *третий* – города с примерно равным вкладом этих двух составляющих. Города третьего типа, как правило, располагаются на границах влияния агломераций.

*Соотношение “собственного” и “наведенного” потенциала воздействия демонстрирует существенные различия между разными регионами страны, связанные с уровнем развития урбанизационных процессов (рис. 2). Прослеживается тенденция роста “наведенной” составляющей индекса с востока на запад – по мере продвижения в более освоенные и имеющие относительно более плотную сеть городских поселений районы страны. Она минимальна в ресурсодобывающих регионах – в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, к которым примыкают Западная Сибирь и Европейский Север. Там для подавляющего большинства городов потенциал АВ в среднем на три четверти обусловлен собственными источниками. Меньше ожидаемого повышен “наведенный” эффект у городов в составе Красноярской и Иркутско-Ангарской агломераций. Роль “наведенного” потенциала велика там, где собственный уровень АВ низкий, где города расположены близко, и еще имеет большое значение количество городов, т.е. одновременно действуют три фактора.*

Иная ситуация в регионах Европейского Центра, входящих в зону влияния Московской агломерации. Процессы деиндустриализации, интенсивного развития маятниковых миграций, выноса селитебных, коммунально-складских и подчас производственных функций за пределы крупных городов, роста третичного сектора в экономике и, конечно, влияние Москвы обуславливают преобладание в структуре потенциала “наведенного” воздействия (мода распределения – в интервале 45–50%). Максимальные же значения “наведенного” воздействия характерны для городов периферийной зоны Центра (Костромская, Смоленская, Тульская области).

В остальных экономических районах преобладают промежуточные типы. Более монолитен Центрально-Черноземный район, в котором агломерационные процессы носят более локальный

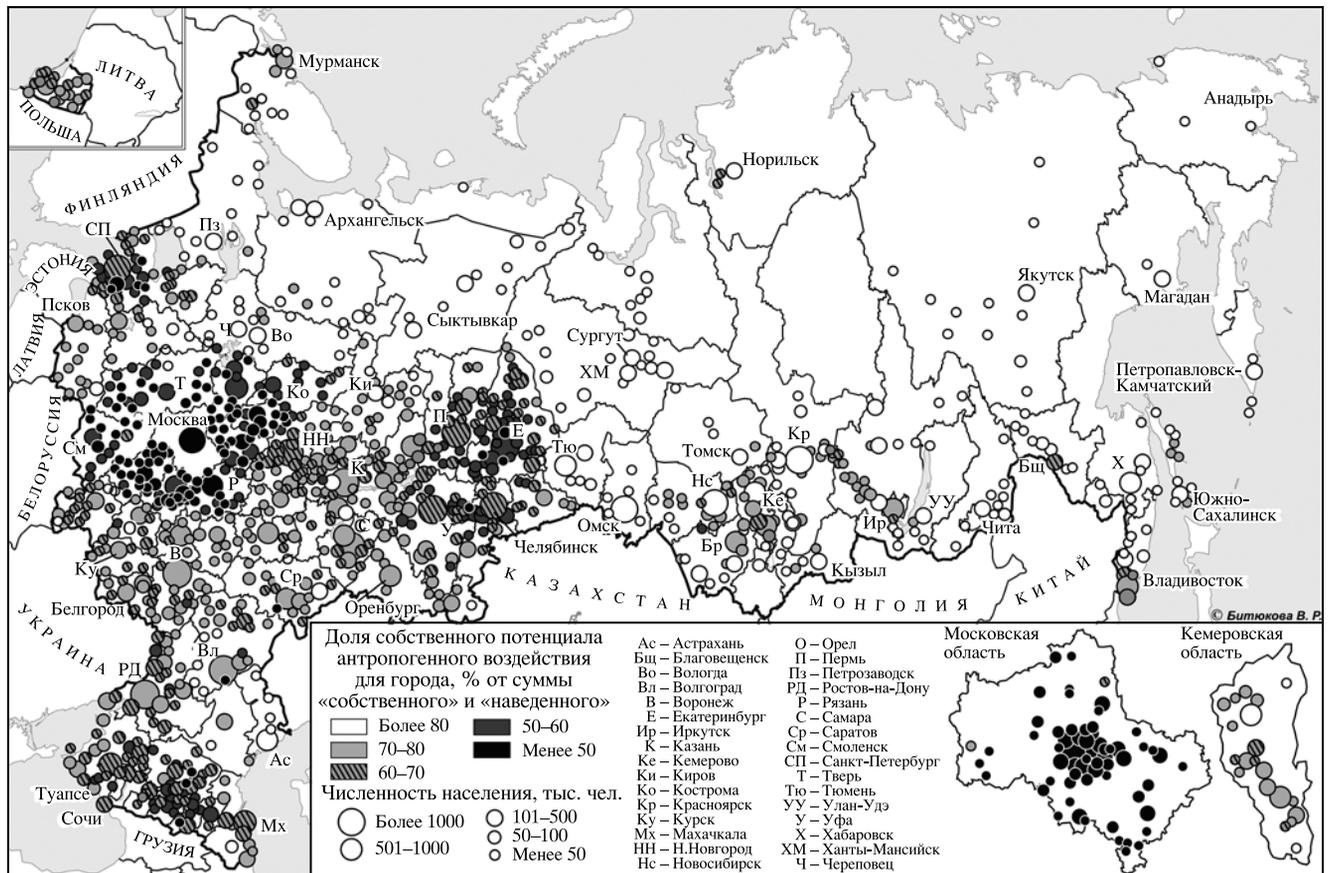


Рис. 2. Соотношение «собственного» и «наведенного» потенциала антропогенного воздействия городов России в 2012 г.

характер. Малые и средние города здесь в дореволюционный период традиционно развивались в большей степени как центры обслуживания, и лишь в советский период появились крупные индустриальные центры, зона влияния которых относительно не велика.

Проведенные расчеты, однако, показали, что для подавляющего большинства малых городов ведущим является эндогенный фактор. Высокие (свыше 150 м), даже очень мощные источники создают обширные поля с относительно низкой плотностью загрязнения, которая в большинстве случаев ниже той, которую на территории малых городов локально формируют собственные источники. Даже в пределах таких агломераций, как Кемеровская и Пермская, внутренняя плотность загрязнения атмосферы для г. Топки и Усолье в 5 раз выше, чем от внешних источников. Исключения возникают в тех случаях, когда источники загрязнения в малом городе не создают высокую плотность выбросов (например, в г. Аксай внутренняя плотность выбросов 14.3 т/км<sup>2</sup>, а в зоне влияния г. Ростов-на-Дону – 25.6 т/км<sup>2</sup>). В этих случаях для малых городов необходимо вносить

поправку на агломерационный эффект атмосферного загрязнения.

Наиболее сбалансировано распределение городов по весу «собственного» потенциала АВ в Поволжье и на Северном Кавказе, где наличие крупных урбанизированных зон и агломераций сочетается с руральными (сельскими) пространствами и обширной периферией. Здесь сказывается и влияние местных этнокультурных традиций в расселении – стремление каждой семьи обзавестись собственным индивидуальным домом.

*Конфигурация и степень слитности ареалов с повышенным уровнем потенциала антропогенного воздействия для разных экономических районов также заметно отличаются. Ареал с максимальной площадью и значениями потенциала поля – в Московском столичном регионе, где не столь высок уровень АВ, сколь сильно взаимовлияние полей отдельных городов в самой плотной и развитой агломерации страны. На порядок более слабые значения и размер у ареала, связанного с Санкт-Петербургом, имеющем большее число «неиндустриальных» пригородов (рис. 3А).*

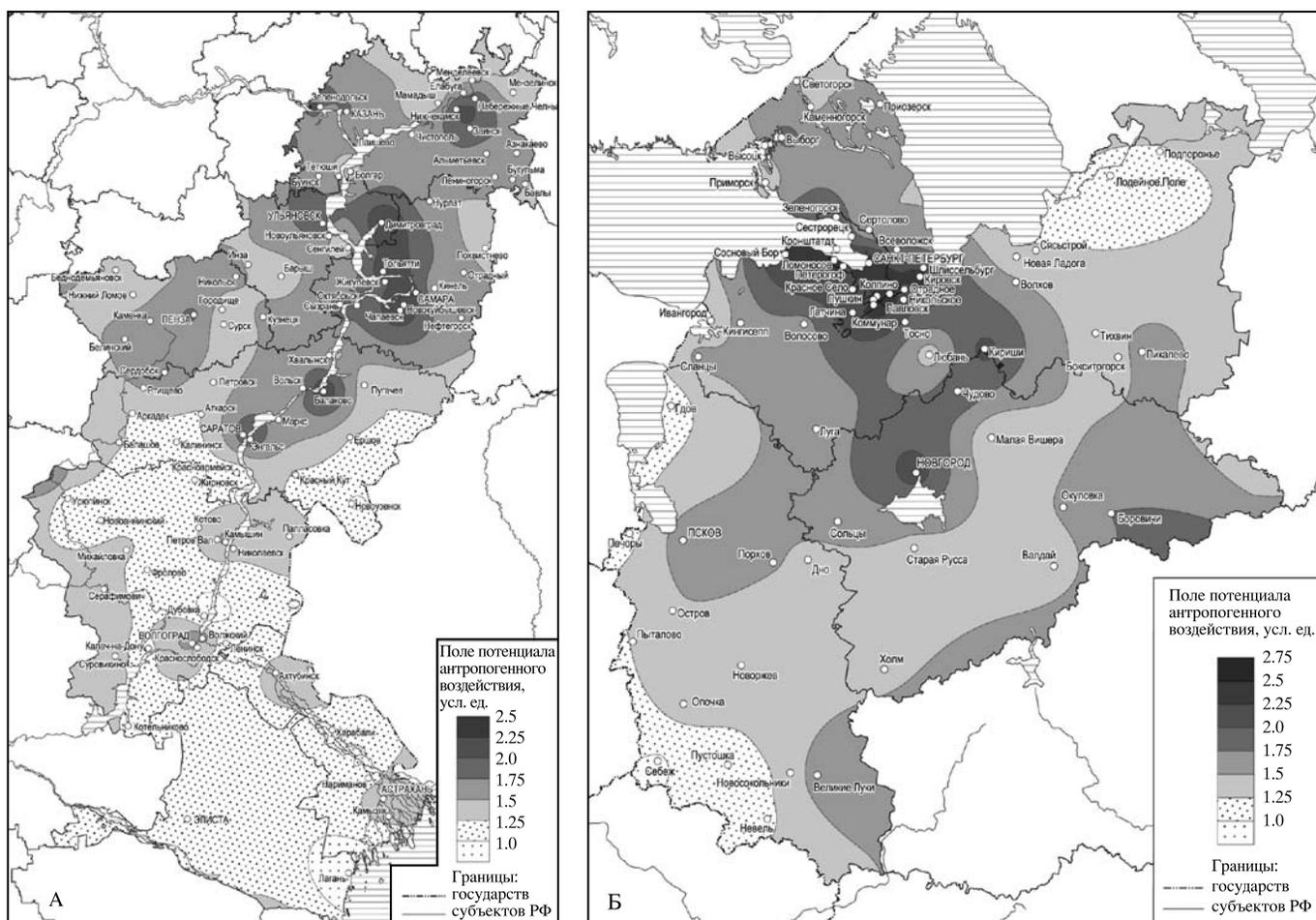


Рис. 3. Поле потенциалов антропогенного воздействия городов Северо-Западного (А) и Поволжского (Б) экономических районов.

Форма ареалов повышенной концентрации также зависит не только от расстояния между источниками, но и от собственного индекса АВ города. Например, ареалы воздействия в столичном регионе смыкаются, сдвигаясь по направлению друг к другу. Примером может служить встречное территориальное распространение Новой Москвы и Калужского автомобильного кластера. Однако уровень воздействия при сравнительно модернизированном варианте, опирающемся на развитие селитебной застройки и относительно “чистого” машиностроения, увеличивается не сильно и в потенциале поля проявляется мало. Второй регион по сгущению поля – Урал, но здесь в среднем уровень АВ отдельных городов выше, чем в центре, а потенциал поля несколько слабее, т.к. расстояния между городами больше, и формируются фрагментированные зоны влияния агломераций. В распределении для Урала существует два максимума, обусловленные влиянием трех противоположно направленных факторов – утяжеленной структурой экономики старых индустриальных

центров, многие из которых относятся к числу моногородов, кризисом градообразующего производства во многих из них и наличием крупных интенсивно развивающихся агломераций.

*Связь со структурой индекса АВ.* Доля “собственного” потенциала велика также у городов с высоким индексом АВ, т.е. там, где в структуре индекса велики показатели воздействия на земельные ресурсы (количество и структура отходов) и на воздушный бассейн (именно в этом порядке), а также с высоким радиационным воздействием (рис. 4). Как следствие это центры тяжелой промышленности Мурманской области, Норильск, Новокузнецк и Междуреченск в Кемеровской области, а также города Урала в составе Восточно-Уральского радиационного следа.

По экономическим районам меняется не только структура, но и среднее значение индексов городов. В целом по мере увеличения доли угля в топливном балансе, отопительного периода и доли “грязных” отраслей, возрастает и ин-



Рис. 4. Структура интегрального индекса антропогенного воздействия по группам городов разного уровня АВ.

декс АВ в северном и восточном направлении. В структуре индекса крупно-городских районов возрастает доля воздействия на водные ресурсы, в добывающих – нагрузки на земельные ресурсы. В наибольшей степени от размещения зависит доля теплового воздействия (рис. 5).

Коэффициент вариации “собственной” компоненты потенциала АВ характеризует разнообразие условий, в которых расположены города с точки зрения позиционного признака.

Наименьшее разнообразие отмечено в Азиатской части страны и на Европейском Севере, где для анализа экологических проблем учет агломерационного эффекта менее актуален. Не велико разнообразие моделей и в Центрально-Черноземном районе. Причины этого иные – относительная равномерность освоенности и заселенности территории на фоне благоприятных агроклиматических условий. Для большинства городов на первое место выходят или проблемы градообразующих производств, или находящегося в глубоком кризисе жилищно-коммунального хозяйства.

Наибольшее разнообразие позиционных условий наблюдается в Центральном, Северо-Западном и Уральском районах. Здесь наряду с относительно изолированно расположенными городами существует обширная зона, где рассмотрение экологической проблематики в рамках лишь отдельных поселений уже почти невозможно. Выделяется ряд проблем, требующих учета ситуации в

рамках всей групповой системы расселения. Так, в Татарстане наблюдается два центра локализации АВ: крупнейшая Казанско-Зеленодольская агломерация (40% сточных вод республики и 20% выбросов в атмосферу) и Нижнекамская агломерация, где наличие крупнейшего города определяет структуру воздействия и приоритеты в решении экологических проблем, ключевыми из которых является хранение бытовых отходов, сохранение зеленых массивов, ликвидация снего-свалок. Влиянием крупнейшего города обусловлена и специфика влияния в окружающих районах, где расположены овощеводческие, звероводческие хозяйства и промышленность строительных материалов. С другой стороны, за пределы городов смещается нагрузка в юго-восточном нефтедобывающем секторе региона (Альметьевский и Азнакаевский районы), где продолжается пояс наибольшей антропогенной нагрузки Прикамья. К югу несколько смягчает ситуацию высокий потенциал самоочищения среды, уровень экологической напряженности несколько понижается, прежде всего, за счет нагрузки на земельные ресурсы. Источником ее (в частности, основного объема отходов), наряду с нефтедобычей является развитый аграрный комплекс. Остальные отходы относятся ко второму классу опасности (это в основном нефтешламы). Логика такого подхода для



Рис. 5. Структура интегрального индекса антропогенного воздействия для городов разных экономических районов.

проведения экологической политики требует уже на начальном этапе разделения городов на группы по структуре потенциала воздействия.

**Заключение.** Адаптация методик, применяемых к анализу расселения, для оценки территориальной структуры экологической ситуации дает возможность учесть воздействие в агломерациях. Данная методика позволяет по-новому посмотреть на “экологический” рейтинг, как с точки зрения “собственного” потенциала АВ, так и с точки зрения близости иных источников загрязнения. Среди 974 рассмотренных городов России у 206 влияние внешних источников больше, чем собственный уровень АВ. Города выделенных разных типов по вкладу эндогенного и экзогенного воздействия требуют разных стратегий улучшения экологической ситуации:

– для городов *первого типа* основным путем улучшения экологической ситуации является модернизация промышленности и ЖКХ. Но это, как правило, крупные города, которые определяют ситуацию в своих системах расселения, “задают тон” характеру и стандартам природопользования. В них модернизация начинается в первую очередь;

– города *второго типа* – как правило, спутники, которые предоставляют свои средовые ресурсы для расселения и рекреации. Они находятся в рискованной зоне. И им важно не только нарастить экономический потенциал, но и сохранить характеристики среды. Для них основной стратегией решения экологических проблем должна стать первостепенная модернизация (или даже закрытие) источников с обширными ареалами загрязнения;

– среди городов *третьего типа*, с примерно равным вкладом внешних и внутренних факторов, немало моногородов, испытывающих в настоящее время сложности, влияние крупного соседа, собственные не очень качественные промышленные активы, жилищно-коммунальная инфраструктура – все это способствует ухудшению ситуации.

**На региональном уровне** взаимовлияние городов и агломерационный эффект приводят к тому, что в плотной среде усиливается суммарное воздействие, “наведенное” от других городов. Напротив, в неплотной среде важнейшим является экологическое воздействие самого города. Если это воздействие интенсивное, но окружено относительно чистыми территориями, значительно превышающими размеры ареала загрязнения от города, это несколько компенсирует интенсивность АВ в регионе.

При выборе приоритетных мер по улучшению экологической ситуации необходимо учитывать

уровень АВ, его структуру, потенциал устойчивости среды, основные источники воздействия и уровень влияния от других городов. В результате территорию страны можно разделить на три больших пространственных блока:

– северо-восток, где обширные ареалы добывающей промышленности являются крупнейшим источником воздействия на весь природный комплекс. Эти территории характеризуются пониженным потенциалом самоочищения среды. Основными мерами здесь должно стать стимулирование недропользователей к снижению воздействия и ликвидации накопленных последствий;

– центральная зона, где снижение промышленного воздействия вследствие закрытия неэффективных производств, а также модернизации более конкурентоспособных предприятий привело к росту значения воздействия ЖКХ. Основные меры должны концентрироваться в области благоустройства, строительства очистных сооружений и пр.;

– южная зона, где основная нагрузка приходится на водные источники, что связано со значительной плотностью населения и с неэффективным использованием воды в аграрном комплексе; эта зона нуждается во введении водосберегающих систем в условиях дефицитности этого ресурса.

Высокий уровень локализации антропогенного воздействия в отдельных городах имеет тем более существенные негативные последствия, чем на более уязвимую в природном отношении территорию он распространяется. Показатель устойчивости экосистем отражает сложный комплекс реакций по адаптации среды к антропогенному воздействию, который позволяет ассимилировать загрязнение, стабилизировать климатические изменения, поддерживать газовый баланс атмосферы и т.д.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битюкова В.Р. Интегральная оценка экологической ситуации городов России // Региональные исследования. 2014. № 4 (32). С. 49–57.
2. Битюкова В.Р., Узарова Н.А. Комплексная оценка экологической напряженности городов Урала // Экология и промышленность России. 2003. № 10. С. 12–18.
3. Бобылев С.Н., Зубаревич Н.В., Соловьева С.В., Власов Ю.С. Индикаторы устойчивого развития: экономика, общество, природа. М.: Изд-во, 2008. 232 с.
4. Владимиров В.В. Расселение и экология: монография. М.: Стройиздат, 1996. 392 с.
5. Гусейн-Заде С.М. Модели размещения населения и населенных пунктов. М.: Изд-во МГУ, 1988. 93 с.

6. Клюев Н.Н. Российские межрегиональные контрасты в глобальном контексте // Вестн. РАН. 2011. Т. 81. № 2. С. 99–110.
7. Колдобская Н.А. Возможности использования международных индексов для оценки экологического состояния крупных городов России // Региональные исследования. 2012. № 1. С. 79–84.
8. Ланно Г.М. Концепция опорного каркаса территориальной структуры народного хозяйства: развитие, теоретическое и практическое значение // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1983. № 5. С. 16–28.
9. Медведков Ю.В. Экономгеографическая изученность районов капиталистического мира. М.: ВИНТИ, 1965. Вып. 2. 162 с.
10. Международная ассамблея столиц и крупных городов: <http://www.e-gorod.ru/Documents/programs/indicators/>
11. Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. “Сильные” и “слабые” города России // Полюса и центры роста в региональном развитии / Под ред. Ю.Г. Липеца. М.: ИГ РАН, 1998. С. 135–143.
12. Никуфорова Е.М., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Новикова О.В. Пространственно-временные тренды загрязнения городских почв и растений соединениями свинца (на примере восточного округа Москвы) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. Изд-во Моск. ун-та. 2010. № 1. С. 11–20.
13. Обзоры экологического состояния Австралии, 2012: <http://www.npi.gov.au/publications/index.html>
14. Обзоры экологического состояния Всемирного Банка, 2013: <http://data.worldbank.org/data-catalog/environmental-accounting>
15. Обзоры экологического состояния Канады (интернет ресурс): <http://www.ec.gc.ca/default.asp>
16. Перов М., Финогенов А. Интегральный рейтинг ста крупнейших городов России / Институт территориального планирования “Урбаника” и Союз архитекторов России, 2011: <http://urbanica.spb.ru/wp-content/uploads/2011/10/integraltop1001.pdf>
17. Полян П.М. Опорный каркас расселения и его важнейшие узловые и линейные элементы (на примере Кавказского региона): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: ИГ АН СССР, 1980. 24 с.
18. Полян П.М., Трейвиш А.И. Позиционно-релятивные карты: метод потенциалов и центрографический метод // Территориальная организация производительных сил СССР. М.: МФ ГО СССР, 1978. С. 59–75.
19. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 году // Ежегодник ФГБУ НПО “Тайфун”. М.: Росгидромет, 2013. 344 с.
20. Ратанова М.П. Типология промышленных узлов по их воздействию на окружающую среду Географическое прогнозирование и охрана природы. М.: Изд-во МГУ, 1990. 176 с.
21. Хорев Б.С. Проблемы городов: Урбанизация и единая система расселения в СССР. М.: Изд-во, 1975. 427 с.
22. Экологический рейтинг городов мира. Институт Блэксмит, интернет ресурс The Blacksmith Institute: <http://www.blacksmithinstitute.org/>
23. The Healthy Community Handbook written by Tyier Norris with the staff of the National Civic League Economist Intelligence Unit, Siemens AG, 2009–2010; Ernst & Young. 2011: <http://www.ey.com/GL/en/SearchResults>
24. Wildlife concentration society, 2013: <http://www.wcs.org/>

## Assessment of Ecological Situation on the Territory of Russia Using the Method of Potential Surfaces of Human Impact

V.R. Bityukova, S.G. Safronov

*Faculty of Geography, Moscow State University, Moscow, Russia  
e-mail: bityukova@yandex.ru, saffff@mail.ru*

For the first time rating of ecological state of all of 1100 Russian cities by an integral index of intensity of human impact on the environment, including air pollution, pollution of water resources, amount of solid consumer waste, heat and radiation contamination was made. An integrated approach to the ecological situation assessment of the Russian cities, which takes into account both the level of human impact in the settlement and pollution in the existing settlement system is proposed. The rationale and elaboration of this method acts as an important research task, because main social and ecological consequences of the territorial structure transformation of the economy can be assessed through the number of people living in conditions of varying degrees of pollution. As a result, there was developed a typology of cities in the country by the ratio of the internal pollution potential and “induced pollution” from other cities, calculated as the potential surfaces of human impact. Almost in half of Russian cities ecological situation has formed as a result of internal human impact. One-third of Russian cities are characterized by an equal contribution of inner legacy funds and external sources. However, every fifth city of Russia provides its environmental resources for settling and recreation, influenced by centers of agglomerations. The proposed measures to improve the ecological situation in the different types of cities and regions take into account the structural features of the integral index, as well as proportion of own and external components of the potential surfaces of human impact.

**Keywords:** ecological situation in the cities, integral assessment of the ecological situation, method of potential surfaces, regional ecological problems.

doi: 10.15356/0373-2444-2015-5-107-116