

УДК 504:311

UDC 504:311

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ В УСЛОВИЯХ БЫСТРОЙ УРБАНИЗАЦИИ

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF LARGE CITIES IN THE CONTEXT OF RAPID URBANIZATION

Коротков Петр Анатольевич

к.э.н.

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия

Korotkov Petr Anatolievich

Cand.Econ.Sci.

Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola, Russia

Трубьянов Алексей Борисович

к.б.н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

Trubyanov Alexey Borisovich

Cand.Biol.Sci.

Mari State University, Ioshkar-Ola, Russia

В статье определены основные характеристики экологической эффективности урбанизированных территорий. Предложена система индикаторов экологической эффективности, охватывающая основные характеристики экологической эффективности. Разработаны алгоритм и методика расчета сводного индекса экологической эффективности крупных городов в условиях быстрой урбанизации. Проведено тестирование методики на данных крупных городов – административных центров субъектов Российской Федерации за 2008, 2009 и 2011 г.г. Построен рейтинг крупных городов России по значениям сводного индекса экологической эффективности

The article defines the basic characteristics of the environmental performance of urban areas. There was offered the system of environmental performance indicators, covering the basic characteristics of the environmental performance. There was developed the algorithm and calculating methodology of composite index of the environmental performance of major cities in the context of rapid urbanization. There was conducted the approbation of the methodology according to the data of major cities which are the administrative centers of the Russian Federation for 2008, 2009 and 2011. There was carried out the rating of major Russian cities based on the composite index of the environmental performance

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, УРБАНИЗАЦИЯ, ГОРОДСКАЯ СРЕДА

Keywords: ENVIRONMENTAL PERFORMANCE, URBANIZATION, URBAN ENVIRONMENT

Введение

Ожидается, что к 2025 г. 600 крупнейших городов (City 600) будут производить около 60% глобального ВВП, при этом около трети городов развитого мира покинут этот список, а число городов из развивающегося мира удвоится [1].

Процесс урбанизации сопровождается не только ростом производительности и уровня жизни, но и создает экологические риски, которые могут нивелировать достигнутые положительные результаты. Если развитые страны урбанизовались в основном постепенно, что позволяло им отрабатывать модели роста и стратегии методом проб и ошибок, то развивающиеся страны не имеют такой возможности и уже

сейчас стремятся к экономическому росту, обеспечивающему повышение качества жизни без ущерба для окружающей среды и природных ресурсов [2].

Использование принципов и индикаторов экологической эффективности позволяет добиться снижения воздействия на окружающую среду (ОС) и определить, насколько активно местные власти стремятся обеспечить устойчивый рост своих городов.

Объект исследования – экологическая эффективность крупных городов развивающихся стран в условиях быстрой урбанизации.

Предмет исследования – количественные методы оценки экологической эффективности крупных городов развивающихся стран в условиях быстрой урбанизации.

Цель исследования – разработать и апробировать методику количественной оценки экологической эффективности крупных городов развивающихся стран в условиях быстрой урбанизации на примере крупных административных центров субъектов Российской Федерации.

В соответствии с целью в работе были поставлены и решены следующие задачи:

- Определены основные характеристики экологической эффективности урбанизированных территорий.
- Разработана многоуровневая система индикаторов экологической эффективности крупных городов.
- Предложены алгоритм и методика расчета индекса экологической эффективности крупных городов.
- Создана база данных экологических индикаторов крупных городов – административных центров субъектов Российской Федерации.
- Построен рейтинг городов – административных центров субъектов Российской Федерации за три года.

Понятие экологической эффективности

Исторически сложилось два основных подхода к определению экологической эффективности: в рамках концепции эко-эффективности и собственно экологической эффективности (результативности).

Согласно концепции эко-эффективности (eco-efficiency), разработанной Всемирным советом предпринимателей для устойчивого развития (WBCSD), эко-эффективность достигается путем создания конкурентоспособных по цене товаров и услуг с высокими полезными свойствами, которые удовлетворяют потребности людей и повышают качество жизни, одновременно сокращая воздействие на окружающую среду в течение всего жизненного цикла продукции до уровня, соответствующего оцениваемой ассимиляционной ёмкости Земли [3]. Определения других ведущих организаций [4, 5] созвучны данному определению. Эко-эффективность отражает удельное воздействие организации на ОС в расчете на прибыль или производимую продукцию (например, выбросы парниковых газов, т эквивалента CO₂ / \$ США).

Согласно второго подхода, развиваемого Центром экологической политики и права при Йельском университете (Yale Center for Environmental Law and Policy), под экологической эффективностью (environmental performance) понимается степень достижения странами экологических целей в области состояния среды обитания человека и жизнеспособности экосистем [6]. Данный подход может быть адаптирован для использования на уровне регионов и крупных городов.

Значительное влияние на формирование терминологии в области качества ОС и экологического менеджмента оказывают международные стандарты серии ИСО 14000 (ISO 14000), в которых встречаются различные определения экологической эффективности: от «измеряемых

результатов управления организацией своими экологическими аспектами» до «одного из аспектов устойчивости, связывающего экологическую результативность жизненного цикла продукта с объемом его производства, который может быть выражен в стоимостной или натуральной форме».

Опираясь на представленные концепции, подходы и определения, можно сформулировать подход к оценке экологической эффективности урбанизированных территорий. Она определяется относительной экологичностью (безвредностью) функционирования города в пределах экологической устойчивости (ёмкости) его природной среды и объемом мероприятий в сфере управления окружающей средой.

Сообразно с этим определением, можно сформулировать требования к системе индикаторов и индексу экологической эффективности:

1. Относительные (удельные) экологические индикаторы должны содержать в числителе или знаменателе показатель, релевантный источнику определенной экологической проблемы.

2. При расчете индикаторов экологической эффективности должна применяться процедура бенчмаркинга (определения обоснованных пороговых значений).

3. Система индикаторов экологической эффективности должна содержать индикаторы, отражающие основные характеристики экологической эффективности: экологическую эффективность функционирования города, экологическую устойчивость природной среды в городе и эффективность управления окружающей средой.

4. Механизмы агрегирования индикаторов экологической эффективности в частные индексы и сводный индекс должны жестко учитывать пороговые значения индикаторов экологической устойчивости.

Современное состояние исследований

При проведении обзора использовался опыт международных организаций, ведущих исследовательских групп и рейтинговых агентств, которые регулярно публикуют индикаторы и индексы устойчивого развития, включающие индикаторы экологической эффективности: Индекс устойчивого развития 20 крупнейших городов Великобритании (Sustainable Cities Index) [7]; Индекс устойчивого развития 20 крупнейших городов Австралии (Sustainable Cities Index) [8]; Индекс «Зелёные города Европы» (European Green City Index), Компания Сименс (Siemens), Европейский союз [9]; Индекс экологической эффективности (The Environmental Performance Index (EPI), Йельский университет (Yale Center for Environmental Law and Policy), США [6]; Индекс устойчивого развития городов, Исследовательский центр по вопросам урбанизации Китая (Urban China Initiative) и McKinsey & Company, Китай [10]; Исследование «От Москвы до Сан-Паулу», ПрайсвотерхаусКуперс (PwC), Россия [11]; Рейтинг городов России по загрязнению атмосферы, РИА Рейтинг [12]; Генеральный рейтинг привлекательности городов, Российский союз инженеров совместно с компанией Blackwood [13]; Интегральный рейтинг крупнейших городов России, Институт территориального планирования «Урбаника» совместно с Союзом архитекторов России [14]; Индекс устойчивого развития городов, Рейтинговое агентство «Эс Джи Эм» (SGM), Россия [15]; Экологический рейтинг крупных городов Российской Федерации, Минприроды России совместно с компанией Эрнст энд Янг (Ernst & Young) [16].

Анализ показал, что в большей степени соответствуют разработанным требованиям Индекс экологической эффективности Йельского университета [6] и Индекс устойчивого развития городов Рейтингового агентства «Эс Джи Эм» [15]. К преимуществам указанных

индексов можно отнести применение бенчмаркинга [6] и выделение показателей экологического блока в отдельную группу [15] – напряженность экологической ситуации, что создает возможность для оценки экологической устойчивости.

К общим недостаткам рассматриваемых систем и индексов можно отнести следующие:

1. Экологические индикаторы, характеризующие экологичность функционирования города, состояние окружающей среды и управление окружающей средой распределены по разным категориям вперемешку (за исключением [15]), что затрудняет анализ связей между ними.

2. Экологические индикаторы состояния окружающей среды на систематической основе для оценки экологической устойчивости не используются.

3. При агрегировании индикаторов экологической эффективности в сводный индекс информация усредняется. Это означает, что в случае потери экологической устойчивости факт этой потери может быть нивелирован высоким значениями других индикаторов, что является недопустимым.

Система индикаторов экологической эффективности

Экологический индикатор – это измеряемый или расчетный показатель, который характеризует экологичность функционирования (воздействие) города на окружающую среду; состояние окружающей среды; усилия властей, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду, поддержание или улучшение ее состояния.

Индикатор экологической эффективности – показатель, отражающий степень достижения целевых значений экологических индикаторов.

Индикаторы экологической эффективности подразделяются на индикаторы экологической эффективности функционирования города, экологической устойчивости, эффективности управления окружающей средой.

Разработка системы индикаторов экологической эффективности крупных городов реализуется в два этапа. На первом этапе строится многоуровневая система индикаторов экологической эффективности, содержащая 4 уровня (рис. 1). На втором этапе эта система наполняется информацией с учетом специфики крупных городов развивающейся страны.

Первый уровень системы составляет индекс экологической эффективности, агрегирующий частные индексы.

Второй уровень системы составляют частные индексы – интегральные характеристики экологической эффективности (экологическая эффективность функционирования города, экологическая устойчивость, эффективность управления окружающей средой), агрегирующие индикаторы экологической эффективности соответствующих групп, полученные нормированием наиболее информативных экологических индикаторов.

Третий уровень системы составляют группы наиболее информативных – частных экологических индикаторов, отобранных с использованием многомерных статистических методов и методом экспертных оценок из соответствующих групп экологических индикаторов, распределенных по категориям.

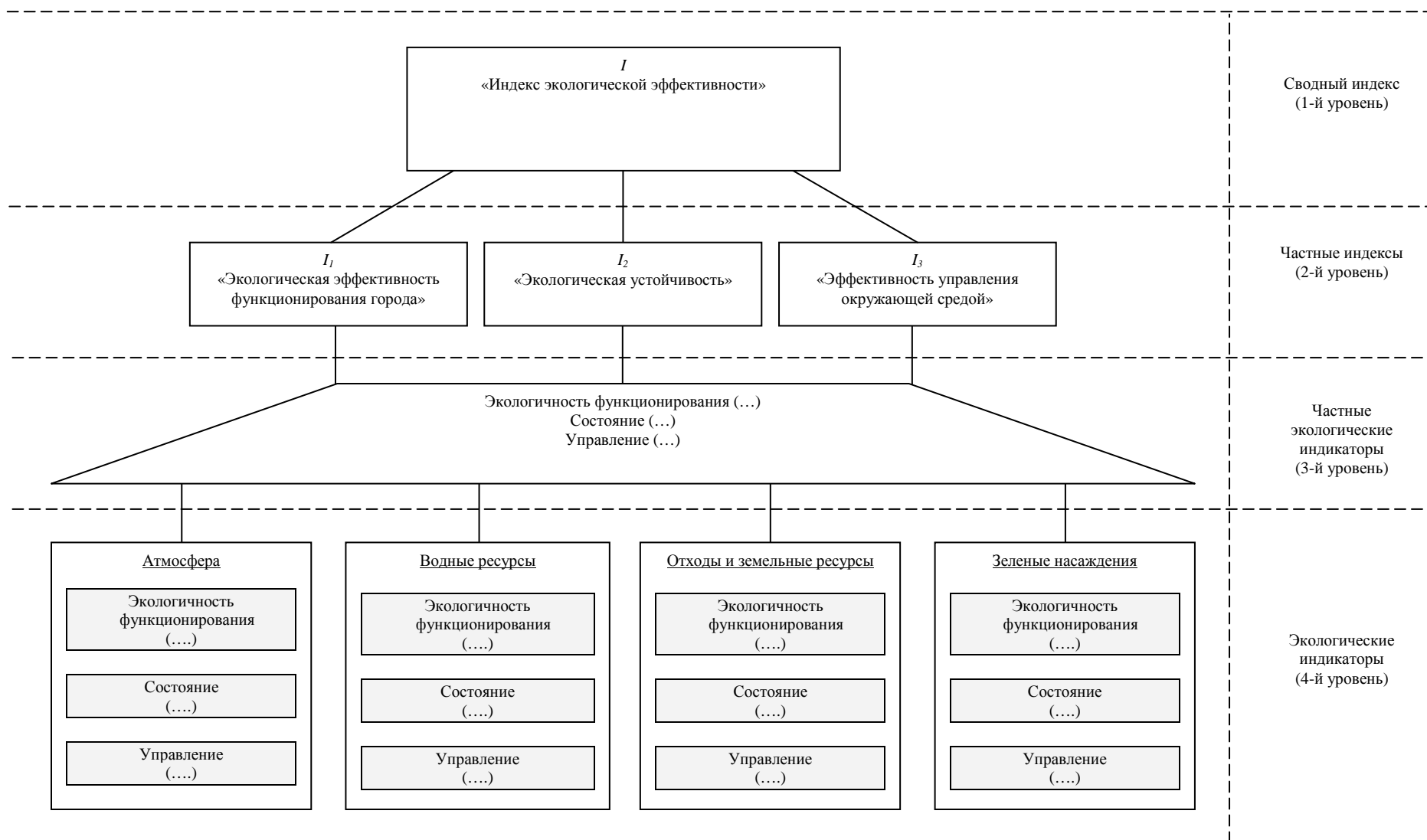


Рисунок 1 – Система индикаторов экологической эффективности

Четвертый уровень системы составляют группы экологических индикаторов, характеризующие экологичность функционирования (воздействие) города на окружающую среду, состояние окружающей среды, управление окружающей средой, распределенные по категориям: атмосфера, водные ресурсы, отходы и земельные ресурсы, зеленые насаждения.

Набор экологических индикаторов формируется из содержательных соображений с учетом требований: релевантности; информационной доступности и надежности; представительности; полноты данных; обновления данных; наличия временной динамики; сопоставимости с пределами экологической устойчивости (экологические индикаторы состояния ОС должны иметь пороговые значения, соответствующие пределам экологической устойчивости).

Источниками исходных данных служат официальные издания государственных органов статистики или местных городских властей.

Алгоритм и методика расчета индекса экологической эффективности крупных городов

1. Расчет индикаторов экологической эффективности. Используя идеологию «стремления к экологической цели», экологические индикаторы посредством нормирования трансформируются в индикаторы экологической эффективности.

2. Взвешивание и агрегирование. Присваиваются веса на следующих уровнях агрегирования: индикаторы экологической эффективности, частные индексы экологической эффективности. Выбираются и реализуются механизмы агрегирования индикаторов и частных индексов экологической эффективности.

Расчет индикаторов экологической эффективности состоит из следующих шагов:

1. Обработка исходных статистических данных. Расчет экологических индикаторов, в том числе, в виде удельных показателей (например, выбросы CO_2 на единицу ВВП и др.).

2. Преобразование обработанных данных. Анализ распределения значений экологических индикаторов для определения необходимых преобразований. К примеру, распределение данных зачастую бывает скошено вправо или влево, что требует логарифмирования данных.

3. Отбор наиболее информативных – частных экологических индикаторов с использованием метода главных компонент, позволяющего снизить размерность пространства экологических индикаторов без существенной потери информативности, а также устранить малую изменчивость индикаторов.

4. Нормирование экологических индикаторов. Унификация шкал измерений частных экологических индикаторов, т.е. переход к безразмерной N – балльной шкале измерения индикаторов экологической эффективности (от 0 до 1 балла), где 1 балл соответствует достижению целевого значения экологического индикатора.

Отбор частных экологических индикаторов для каждого года из анализируемого периода осуществляется с помощью метода главных компонент:

1. Рассматриваются первые главные компоненты, на которые в сумме приходится не менее 70% [17] общей дисперсии анализируемых экологических индикаторов соответствующей группы (экологичности функционирования города, состояния ОС, управления ОС) определенной категории (атмосфера, водные ресурсы и др.).

2. Отбираются наиболее информативные – частные экологические индикаторы, определяющие указанные первые главные компоненты (коэффициент корреляции между этими индикаторами и компонентами является максимальным).

Данный способ отбора частных экологических индикаторов применяется, когда число экологических индикаторов, входящих в группу определенной категории, составляет не менее трех. Иначе, частные индикаторы отбираются экспертным путем.

Нормирование частного экологического индикатора $x_{il}^{(k)}$ для получения индикатора экологической эффективности \tilde{x}_{il} производится по формуле (1), если он связан с анализируемой интегральной характеристикой экологической эффективности (l) монотонно-возрастающей зависимостью (т.е. чем выше значение $x_{il}^{(k)}$, тем выше экологическая эффективность):

$$\tilde{x}_{il} = \begin{cases} \frac{x_{il}^{(k)} - x_{il\min}^{(k)}}{x_{il\max}^{(k)} - x_{il\min}^{(k)}} \cdot N \\ 0, \text{ если } x_{il}^{(k)} \leq x_{il\min}^{(k)} \\ 1, \text{ если } x_{il}^{(k)} \geq x_{il\max}^{(k)} \end{cases}, \quad (1)$$

по формуле (2), если частный экологический индикатор $x_{il}^{(k)}$ связан с анализируемой интегральной характеристикой экологической эффективности (l) монотонно-убывающей зависимостью (т.е. чем выше значение $x_{il}^{(k)}$, тем ниже экологическая эффективность):

$$\tilde{x}_{il} = \begin{cases} \frac{x_{il\max}^{(k)} - x_{il}^{(k)}}{x_{il\max}^{(k)} - x_{il\min}^{(k)}} \cdot N \\ 0, \text{ если } x_{il}^{(k)} \geq x_{il\max}^{(k)} \\ 1, \text{ если } x_{il}^{(k)} \leq x_{il\min}^{(k)} \end{cases}, \quad (2)$$

по формуле (3), если частный экологический индикатор $x_{il}^{(k)}$ связан с анализируемой интегральной характеристикой экологической эффективности (l) немонотонной зависимостью:

$$\tilde{x}_{il} = \frac{|x_{il}^{(k)} - x_{il\text{опт.}}^{(k)}|}{\max\left\{\left(x_{il\max}^{(k)} - x_{il\text{опт.}}^{(k)}\right), \left(x_{il\text{опт.}}^{(k)} - x_{il\min}^{(k)}\right)\right\}}, \quad (3)$$

где \tilde{x}_{il} ($i=1, 2, \dots, s$) – значения i -го индикатора экологической эффективности соответствующей интегральной характеристики (группы) l ($l = 1$ – экологическая эффективность функционирования города; $l = 2$ – экологическая устойчивость; $l = 3$ – эффективность управления ОС); $x_{il}^{(k)}$ ($i=1, 2, \dots, s$) – значения i -го частного экологического индикатора группы l ($l = 1$ – экологичность функционирования города; $l = 2$ – состояние ОС; $l = 3$ – управление ОС) категории k ($k = 1$ – атмосфера; $k = 2$ – водные ресурсы; $k = 3$ – отходы и земельные ресурсы; $k = 4$ – зеленые насаждения); $x_{il\min}^{(k)}$, $x_{il\max}^{(k)}$, $x_{il\text{опт.}}^{(k)}$ – минимальное, максимальное и оптимальное пороговые значения частных экологических индикаторов; $N = 1$.

Пороговые значения $x_{il\min}^{(k)}$, $x_{il\max}^{(k)}$, $x_{il\text{опт.}}^{(k)}$ могут устанавливаться на основании международных и национальных регламентирующих документов, научных критериев и согласованных экспертных оценок.

При нормировании частных экологических индикаторов состояния ОС пороговые значения $x_{il\min}^{(k)}$, $x_{il\max}^{(k)}$ должны соответствовать пределам экологической устойчивости.

Если пороговые значения не могут быть установлены, то вместо них используются порядковые статистики (перцентили). Для того чтобы пороговое значение $x_{il\max}^{(k)}$ играло стимулирующую роль, т.е. было реально достижимым для большей части крупных городов и принципиально достижимым для отстающих, оно принимается равным минимальному значению 90-го перцентиля ($x_{1/90}$) всех наблюдаемых значений частного экологического индикатора за анализируемый период времени. Пороговое значение $x_{il\min}^{(k)}$ определяется как минимальное значение среди всех наблюдаемых значений частного экологического индикатора за анализируемый период времени. Такой подход к определению пороговых значений может использоваться при расчете индикаторов экологической

эффективности функционирования города и эффективности управления ОС.

Частные индексы экологической эффективности крупного города I_1 «Экологическая эффективность функционирования города», I_3 «Эффективность управления окружающей средой» рассчитываются по значениям индикаторов экологической эффективности по формуле (4):

$$I_l = \sum_{i=1}^{s_l} (c_{il} * \tilde{x}_{il}), \quad (4)$$

где \tilde{x}_{il} ($i=1, 2, \dots, s_l$) – i -е индикаторы экологической эффективности s_l интегральной характеристики l ($l = 1$ – эффективность функционирования города, $l = 3$ – эффективность управления ОС), а c_i – «веса» этих индикаторов, принятые одинаковыми.

Частные индексы I_1 , I_3 , полученные в виде «линейной свертки» (4), реализуют механизм «компенсации» низких значений по одним индикаторам существенным превышением пороговых значений по другим, что поддерживает мотивацию крупных городов к снижению негативного воздействия на окружающую среду и усилению природоохранной деятельности.

Частный индекс экологической эффективности крупного города I_2 «Экологическая устойчивость» рассчитывается по значениям соответствующих индикаторов экологической устойчивости по формуле (5):

$$I_l = \sqrt[s_l]{\prod_{i=1}^{s_l} \begin{cases} \tilde{x}_{il}, & \text{если } \tilde{x}_{il} \neq 0, \\ \varepsilon & \text{иначе} \end{cases}}, \quad (5)$$

где \tilde{x}_{il} ($i=1, 2, \dots, s_l$) – i -е индикаторы экологической устойчивости s_l интегральной характеристики l ($l = 2$ – экологическая устойчивость), ε – достаточно малое число, используемое при равенстве нулю одного из индикаторов, чтобы все произведение не обращалось в ноль ($\varepsilon = 0,01$).

Частный индекс I_2 , полученный в виде среднего геометрического (5), реализует более жесткий, по сравнению с (4), механизм агрегирования, который исключает эффект компенсации «выхода» значений каких-либо индикаторов состояния ОС за пределы экологической устойчивости, поскольку в теории факт такого «выхода» означает потерю устойчивости природной среды в целом. Вместе с тем, индикаторы, естественно, не дают полного охвата проблемы сохранения экологической устойчивости, поэтому на практике вопреки нулевому значению какого-либо индикатора частному индексу I_2 намеренно присваивается 0,01 балла (вместо расчетного значения – 0 баллов). Это позволяет, с одной стороны, избежать ошибок, а с другой, – привлечь внимание к проблеме сохранения устойчивости.

Сводный индекс экологической эффективности I рассчитывается с использованием среднего геометрического (6):

$$I = \sqrt[3]{I_1 * I_2 * I_3}, \quad (6)$$

где I_1 – частный индекс экологической эффективности функционирования города; I_2 – частный индекс экологической устойчивости; I_3 – частный индекс эффективности управления окружающей средой.

Сводный индекс экологической эффективности I , полученный в виде среднего геометрического (6), реализует жесткий механизм агрегирования, который исключает эффект компенсации нулевых значений частного индекса экологической устойчивости.

Применение методики расчета индекса экологической эффективности на примере крупных городов – административных центров субъектов Российской Федерации

В качестве исходных данных использовались официальные статистические данные за 2008, 2009 и 2011 г.г.: Федеральной службы

государственной статистики [18–21], Государственного учреждения «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» [22].

Выбор анализируемого периода времени обусловлен наличием полной официальной статистической информации.

Для 31-го административного центра субъектов Российской Федерации с учетом установленных требований был сформирован набор из 15 экологических индикаторов 4-го уровня (табл. П.1). Для экономии места значения этих индикаторов в статье не приводятся. Такие крупные города, как Астрахань, Нижний Новгород, Новокузнецк, Тольятти не вошли изучаемую группу, поскольку по многим экологическим индикаторам этих городов информация отсутствовала.

При расчете удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников, удельного сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и доли текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства выбросы, сброс и текущие затраты относились к показателю объема промышленного производства, поскольку для муниципальных образований показатель ВВП не рассчитывается. При расчете удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта выбросы относились к численности населения города, которая аппроксимирует количество автотранспортных средств. В соответствии с международной практикой [9] бытовой мусор, вывезенный спецтранспортом с территорий городов, относился к численности населения.

В связи с тем, что в официальной статистике значения показателя текущих (эксплуатационных) затрат на охрану окружающей среды, включая оплату услуг природоохранного назначения, в разбивке по компонентам ОС (атмосфера, водные ресурсы и др.) отсутствуют, экологический индикатор $x_{15.3}$ «Доля текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства» является

общим для группы «Управление» всех категорий, и без отбора перешел в разряд частных экологических индикаторов.

Анализ распределения значений экологических индикаторов показал, что индикаторы $x_{1.1}^{(1)}$, $x_{2.1}^{(1)}$, $x_{3.1}^{(1)}$, $x_{4.1}^{(1)}$, $x_{5.1}^{(1)}$, $x_{6.1}^{(1)}$, $x_{7.1}^{(1)}$, $x_{8.1}^{(1)}$, $x_{9.1}^{(1)}$, $x_{10.1}^{(1)}$, $x_{13.1}^{(3)}$, $x_{12.1}^{(2)}$, $x_{15.3}$ требуют логарифмического преобразования, и в дальнейшем анализе использовались значения натуральных логарифмов.

Отбор частных экологических индикаторов 3-го уровня проводился с использованием метода главных компонент, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторные нагрузки экологических индикаторов группы «Экологичность функционирования города», входящей в категорию «Атмосфера» (2008 г.)

| Исходный показатель | Главные компоненты | | | | |
|--|--------------------|---------------|--------|--------|--------|
| | f_1 | f_2 | f_3 | f_4 | f_5 |
| $x_{1.1}^{(1)}$ | -0,973 | -0,167 | -0,001 | -0,063 | -0,144 |
| $x_{2.1}^{(1)}$ | -0,785 | 0,491 | -0,293 | -0,235 | 0,045 |
| $x_{3.1}^{(1)}$ | -0,890 | -0,192 | -0,173 | 0,374 | 0,041 |
| $x_{4.1}^{(1)}$ | -0,696 | -0,667 | 0,157 | -0,203 | 0,076 |
| $x_{5.1}^{(1)}$ | -0,973 | -0,167 | -0,001 | -0,063 | -0,144 |
| $x_{6.1}^{(1)}$ | -0,728 | 0,566 | 0,380 | 0,073 | 0,022 |
| Доля вклада f_k в суммарную дисперсию. % | 67,36 | 21,43 | 5,69 | 4,90 | 0,61 |

Примечание: Расчет выполнен в пакете Statistica 6.0

Поскольку на первые две главные компоненты приходится 88,79 % (больше заданного порогового уровня – 70 %) суммарной дисперсии экологических индикаторов, дальнейший анализ проводился в рамках первых двух главных компонент f_1 и f_2 .

Наибольший суммарный вклад рассматриваемые главные компоненты f_1 и f_2 вносят в дисперсию индикатора $x_{1.1}^{(1)}$ (этот вклад равен

$((-0,973)^2 + (-0,167)^2 = 0,975)$, т.е. индикатор $x_{1,1}^{(1)}$ является наиболее информативным среди 5 анализируемых индикаторов и был отобран в качестве частного экологического индикатора. Для 2009 и 2011 г.г. был отобран этот же индикатор.

Аналогичным образом проводился отбор частных экологических индикаторов, характеризующих удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта на душу населения. Для 2008 г. в качестве частного индикатора был отобран экологический индикатор $x_{10,1}^{(1)}$, для 2009 г. – $x_{9,1}^{(1)}$, для 2011 г. – $x_{6,1}^{(1)}$.

Сокращенный набор частных экологических индикаторов, вид их нормирования, пороговые значения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сокращенный набор частных экологических индикаторов крупных городов России

| № п/п | Частный экологический индикатор | Преобразование | Нормирование | Пороговые значения | |
|--|--|--|--------------|--------------------|-------------------|
| | | | | x_{\min} | x_{\max} |
| 1 Эффективность функционирования города | | | | | |
| 1 | $x_{1,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников: всего на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009=1), т/руб. | ln ($x_{it} * 1000$) | (1) | 5,202 | 7,449 |
| 2 | $x_{2,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: диоксид серы (SO ₂) на душу населения, кг/чел. | ln ($x_{it} * 1000$) (для 2011 г.) | (1) | 0,426 (7,380) | 2,027 (5,772) |
| 3 | $x_{3,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: оксиды азота (NO ₂) на душу населения, кг/чел. | ln ($x_{it} * 1000$) (для 2011 г.) | (1) | 6,600 (9,947) | 32,801 (8,556) |

| | | | | | |
|--|---|---|-----|--------------------|---------------------|
| 4 | $x_{4,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: оксид углерода (CO) на душу населения, кг/чел. | ln ($x_{it} * 1000$) (для 2009, 2011 г.г.) | (1) | 55,134 (11,478) | 107,500 (10,493) |
| 5 | $x_{5,1}$ – Удельный сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009=1), тыс. тыс. куб. м/млн руб. | ln ($x_{it} * 100$) | (1) | 0,351 | 5,263 |
| 6 | $x_{6,1}$ – Вывезено спецтранспортом бытового мусора с территорий городов на душу населения, куб. м/чел. | $ln(x_{it})$ | (1) | 5,704 [9] | 6,908 [9] |
| 7 | $x_{7,1}$ – Удельный вес площади зеленых насаждений в общей площади земель в пределах городской черты, % | | (2) | 40 [23] | 46 [23] |
| 2 Экологическая устойчивость | | | | | |
| 8 | $x_{8,2}$ – Уровень загрязнения, баллов | - | (1) | 1 [22, 24] | 4 [22, 24] |
| 3 Эффективность управления окружающей средой | | | | | |
| 9 | $x_{9,3}$ – Доля текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства, % | ln ($x_{it} * 10$) (для 2011 г.) | (2) | 0,13 (0,26) | 2 [25] |

Набор индикаторов экологической эффективности содержит 7 индикаторов экологической эффективности функционирования города, 1 индикатор экологической устойчивости и 1 индикатор эффективности управления окружающей средой.

Частный индекс экологической эффективности функционирования города I_1 рассчитывался по формуле (4). Частные индексы экологической устойчивости I_2 и эффективности управления окружающей средой I_3 представлены индикаторами экологической эффективности $x_{8,2}$ и $x_{9,3}$ соответственно. Сводный индекс экологической эффективности

рассчитывался по формуле (6). Результаты расчетов за 2008, 2009 и 2011 г.г. представлены в табл. П.2 в виде рейтинга.

Полученный рейтинг крупных городов России кроме текущего негативного экологического воздействия отражает накопленные экологические проблемы и совокупные расходы на охрану окружающей среды. На протяжении 3-х лет в первую пятерку рейтинга стабильно входят крупные города: Ярославль, Ульяновск и Ижевск. В то же время, Екатеринбург, Иркутск и Москва стабильно входят в число аутсайдеров.

Города – лидеры рейтинга, обладая развитой промышленной базой, отличаются средними значениями экологической эффективности функционирования города (0,243–0,614 балла), экологической устойчивости (0,333–1 балла) и высокими (0,586–1 балла) значениями эффективности управления окружающей средой.

Города – аутсайдеры рейтинга отличаются относительно невысокими значениями эффективности функционирования города (0,079–0,513 балла) и значительными накопленными экологическими проблемами (0,01 балла). Несмотря на то, что отстающие города реагируют на сложную ситуацию, постоянно наращивая текущие расходы на охрану окружающей среды, для Москвы темпы роста доли текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства являются недостаточными.

Для выявления проблемных областей в обеспечении экологической эффективности конкретного города, определения вариантов пороговых (целевых) значений индикаторов экологической эффективности, достижение которых позволит существенно улучшить экологическую эффективность, в дальнейшем планируется представить методику анализа динамики частных индексов и сводного индекса экологической эффективности крупного города относительно себя самого (в предыдущие годы) и относительно других городов изучаемой группы.

Выводы

В работе сформулирован подход к оценке экологической эффективности урбанизированных территорий. Она определяется относительной экологичностью функционирования города в пределах экологической устойчивости (ёмкости) его природной среды и объемом мероприятий в сфере управления окружающей средой.

Предложена универсальная многоуровневая система индикаторов экологической эффективности крупных городов, охватывающая основные отдельные характеристики экологической эффективности (экологическую эффективность функционирования города, экологическую устойчивость, управление окружающей средой), позволяющая анализировать взаимосвязи между ними. После наполнения конкретным информационным содержанием система может использоваться для анализа экологической эффективности крупных городов развивающихся стран в условиях быстрой урбанизации.

Разработаны алгоритм и методика расчета Индекса экологической эффективности крупных городов в условиях быстрой урбанизации. Методика расчета включает механизмы мотивации крупных городов к снижению негативного воздействия на окружающую среду и усилению природоохранной деятельности и механизмы контроля экологической устойчивости.

Создана база данных экологических индикаторов крупных городов – административных центров субъектов Российской Федерации за 3 года (2008, 2009 и 2011 г.г.). Проведено тестирование методики на реальных данных крупных городов – административных центров субъектов Российской Федерации за 2008, 2009 и 2011 г.г. По итогам тестирования получены частные индексы и сводный индекс экологической эффективности и построен рейтинг крупных городов России по сводному

индексу экологической эффективности за 3 года. На основании рейтинга выявлены города-лидеры и города-аутсайдеры, определены их основные характеристики.

Показано, что для выявления проблемных областей в обеспечении экологической эффективности конкретного города, определения вариантов пороговых (целевых) значений индикаторов экологической эффективности, достижение которых позволит существенно улучшить экологическую эффективность, необходимо разработать и апробировать методику анализа динамики частных индексов и сводного индекса экологической эффективности крупных городов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований «Оценка экологической эффективности крупных городов развивающихся стран в условиях быстрой урбанизации», проект № 14-36-01223.

Список литературы

1. Исследование McKinsey: Урбанизированный мир в 2025 году [Электронный ресурс]. – Центр гуманитарных технологий. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/news/state/2011/03/28/2774> – 28.03.2011.
2. Новые модели развития городов. Точка зрения McKinsey & Company [Электронный ресурс]. – McKinsey on Sustainability & Resource Productivity, 2012. The McKinsey Quarterly – № 27, 2013 год. [Электронный ресурс]. – Центр гуманитарных технологий. – Режим доступа: <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/5974> – 21.04.2013.
3. Eco-efficiency. Creating more value with less impact [Электронный ресурс]. – World Business Council for Sustainable Development, 2000. – Режим доступа: http://www.wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf – 19.09.2014.
4. Eco-Efficiency [Электронный ресурс]. – Organisation for Economic Co-operation and Development, 1998. – Режим доступа: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/eco-efficiency_9789264040304-en#page38 – 19.09.2014.
5. History and definitions of eco-efficiency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://prepare-net.com/sites/default/files/history_and_definition_of_eco-efficiency.pdf – 19.09.2014.

6. Hsu, A., L.A. Johnson, and A. Lloyd. *Measuring Progress: A Practical Guide From the Developers of the Environmental Performance Index (EPI)*. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2013. 80 p.
7. Ben Ross, Evelyn Underwood. *The Sustainable Cities Index 2010: ranking 20 largest British cities*. Forum for the Future, 2010.
8. *Sustainable Cities Index: ranking Australia's 20 largest cities in 2010* / Matthew Trigg, Monica Richter, Sara McMillan and others. Australian Conservation Foundation, 2010.
9. *European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europe's major cities*. A research project conducted by the Economist Intelligence Unit, sponsored by Siemens. Siemens AG, 2013.
10. Prof. Geng Xiao Director, Prof. Lan Xue, Dr. Jonathan Woetzel. *The Urban Sustainability Index: A New Tool for Measuring China's Cities*. November 1, 2010.
11. От Москвы до Сан-Паулу: Исследование городов семи ведущих стран с развивающейся экономикой за 2013 год. Серия «Города возможностей». «ПрайсвогтерхаусКуперс Раша Б.В.», 2013.
12. Эксперты составили рейтинг городов России по загрязнению атмосферы [Электронный ресурс]. – РИА Новости, 2013. – Режим доступа: <http://ria.ru/eco/20130806/954546151.html> – 19.09.2014.
13. В России составлен рейтинг привлекательности городской среды проживания [Электронный ресурс]. – РБК, 2013. – Режим доступа: <http://realty.rbc.ru/articles/18/12/2013/562949990023702.shtml> – 19.09.2014.
14. Колесова Е. Интегральный рейтинг крупнейших городов России / Е. Колесова // [Электронный ресурс]. – Институт территориального планирования «Урбаника», 2013. – Режим доступа: http://urbanica.spb.ru/wp-content/uploads/2013/10/top100_2013_presentation.pdf – 19.19.2014.
15. Рейтинг устойчивого развития городов РФ за 2012 г [Электронный ресурс] – ООО «АГЕНТСТВО ЭС ДЖИ ЭМ» SUSTAINABLE GROWTH MANAGEMENT AGENCY, 2012. – Режим доступа: http://www.agencysgm.com/upload/iblock/66b/rejting_2012.pdf – 19.09.2014.
16. Экологический рейтинг городов РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/upload/files/docs/eco2012.pdf> – 19.09.2014.
17. Бакуменко Л.П., Коротков П.А. Отбор наиболее информативных индикаторов методом главных компонент // Прикладные аспекты статистики и эконометрики: тезисы докладов Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. М.: Издательство МЭСИ, 2008. 95 с.
18. Основные показатели охраны окружающей среды. Стат. бюл. М.: Росстат, 2009, 2011, 2013.
19. Охрана окружающей среды в России. Стат. сб. М.: Росстат, 2010, 2011, 2013.
20. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. Стат. сб. М.: Росстат, 2009–2012.
21. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm> – 19.09.2014.
22. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2008, 2009, 2010, 2011 г.г.: ежегодник. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Государственное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова». Санкт-Петербург: ГУ «ГГО» Росгидромета, 2010–2012.
23. Строительные нормы и правила СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (утв. постановлением

- Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. N 78). Система ГАРАНТ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/2305985/#ixzz3DxflHjJV> – 19.09.2014.
24. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия [утв. Минприроды РФ 30 нояб. 1992 г.]. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1992.
 25. Васильева Е.Э. Экономика природопользования: учебно-методический комплекс / Е.Э. Васильева. Минск, 2002. 102 с.

References

1. Issledovanie McKinsey: Urbanizirovannyj mir v 2025 godu [Jelektronnyj resurs]. – Centr gumanitarnyh tehnologij. – Rezhim dostupa: <http://gtmarket.ru/news/state/2011/03/28/2774> – 28.03.2011.
2. Novye modeli razvitija gorodov. Tochka zrenija McKinsey & Company [Jelektronnyj resurs]. – McKinsey on Sustainability & Resource Productivity, 2012. The McKinsey Quarterly – № 27, 2013 god. [Jelektronnyj resurs]. – Centr gumanitarnyh tehnologij. – Rezhim dostupa: <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/5974> – 21.04.2013.
3. Eco-efficiency. Creating more value with less impact [Jelektronnyj resurs]. – World Business Council for Sustainable Development, 2000. – Rezhim dostupa: http://www.wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf – 19.09.2014.
4. Eco-Efficiency [Jelektronnyj resurs]. – Organisation for Economic Co-operation and Development, 1998. – Rezhim dostupa: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/eco-efficiency_9789264040304-en#page38 – 19.09.2014.
5. History and definitions of eco-efficiency [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://prepare-net.com/sites/default/files/history_and_definition_of_eco-efficiency.pdf – 19.09.2014.
6. Hsu, A., L.A. Johnson, and A. Lloyd. Measuring Progress: A Practical Guide From the Developers of the Environmental Performance Index (EPI). New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2013. 80 p.
7. Ben Ross, Evelyn Underwood. The Sustainable Cities Index 2010: ranking 20 largest British cities. Forum for the Future, 2010.
8. Sustainable Cities Index: ranking Australia's 20 largest cities in 2010 / Matthew Trigg, Monica Richter, Sara McMillan and others. Australian Conservation Foundation, 2010.
9. European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europe's major cities. A research project conducted by the Economist Intelligence Unit, sponsored by Siemens. Siemens AG, 2013.
10. Prof. Geng Xiao Director, Prof. Lan Xue, Dr. Jonathan Woetzel. The Urban Sustainability Index: A New Tool for Measuring China's Cities. November 1, 2010.
11. Ot Moskvy do San-Paulu: Issledovanie gorodov semi vedushhih stran s razvivajushhejsja jekonomikoj za 2013 god. Serija «Goroda vozmozhnostej». «PrajsvoterhausKupers Rasha B.V.», 2013.
12. Jeksperty sostavili rejting gorodov Rossii po zagrjazneniju atmosfery [Jelektronnyj resurs]. – RIA Novosti, 2013. – Rezhim dostupa: [<http://ria.ru/eco/20130806/954546151.html> – 19.09.2014.

13. V Rossii sostavljen rejting privlekatel'nosti gorodskoj sredy prozhivanija [Jelektronnyj resurs]. – RBK, 2013. – Rezhim dostupa: <http://realty.rbc.ru/articles/18/12/2013/562949990023702.shtml> – 19.09.2014.
14. Kolesova E. Integral'nyj rejting krupnejshih gorodov Rossii / E. Kolesova // [Jelektronnyj resurs]. – Institut territorial'nogo planirovaniya «Urbanika», 2013. – Rezhim dostupa: http://urbanica.spb.ru/wp-content/uploads/2013/10/top100_2013_presentation.pdf – 19.19.2014.
15. Rejting ustojchivogo razvitija gorodov RF za 2012 g [Jelektronnyj resurs] – ООО «AGENTSTVO JeS DZH JeM» SUSTAINABLE GROWTH MANAGEMENT AGENCY, 2012. – Rezhim dostupa: http://www.agencysgm.com/upload/iblock/66b/rejting_2012.pdf – 19.09.2014.
16. Jekologicheskij rejting gorodov RF [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.mnr.gov.ru/upload/files/docs/eco2012.pdf> – 19.09.2014.
17. Bakumenko L.P., Korotkov P.A. Otorb naibolee informativnyh indikatorov metodom glavnyh komponent // Prikladnye aspekty statistiki i jekonometriki: tezisy dokladov Vserossijskoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. M.: Izdatel'stvo MJeSI, 2008. 95 s.
18. Osnovnye pokazateli ohrany okruzhajushhej sredy. Stat. bjul. M.: Rosstat, 2009, 2011, 2013.
19. Ohrana okruzhajushhej sredy v Rossii. Stat. sb. M.: Rosstat, 2010, 2011, 2013.
20. Regiony Rossii. Osnovnye social'no-jekonomicheskie pokazateli gorodov. Stat. sb. M.: Rosstat, 2009–2012.
21. Baza dannyh pokazatelej municipal'nyh obrazovanij [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm> – 19.09.2014.
22. Sostojanie zagriznenija atmosfery v gorodah na territorii Rossii za 2008, 2009, 2010, 2011 g.g.: ezhegodnik. Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy (Rosgidromet). Gosudarstvennoe uchrezhdenie «Glavnaja geofizicheskaja observatorija im. A.I. Voejkova». Sankt-Peterburg: GU «GGO» Rosgidrometa, 2010–2012.
23. Stroitel'nye normy i pravila SNiP 2.07.01-89 Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij (utv. postanovleniem Gosstroja SSSR ot 16 maja 1989 g. N 78). Sistema GARANT. – Rezhim dostupa: <http://base.garant.ru/2305985/#ixzz3DxfIHjJV> – 19.09.2014.
24. Kriterii ocenki jekologicheskoj obstanovki territorij dlja vyjavlenija zon chrezvychajnoj jekologicheskoj situacii i zon jekologicheskogo bedstvija [utv. Minprirody RF 30 nojab. 1992 g.]. M.: Ministerstvo ohrany okruzhajushhej sredy i prirodnyh resursov RF, 1992.
25. Vasil'eva E.Je. Jekonomika prirodnopol'zovanija: uchebno-metodicheskij kompleks / E.Je. Vasil'eva. Minsk, 2002. 102 s.

Приложение

Таблица П.1 – Экологические индикаторы

| Раздел | Тип показателя | Показатель |
|-------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Атмосфера | 1 Экологичность функционирования города | <p>$x_{1.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников: всего на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), т/руб.</p> <p>$x_{2.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ от стационарных источников: твердые вещества на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), т/руб.</p> <p>$x_{3.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ от стационарных источников: диоксид серы (SO₂) на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), т/руб.</p> <p>$x_{4.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ от стационарных источников: оксиды азота (NO₂) на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), т/руб.</p> <p>$x_{5.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ от стационарных источников: оксид углерода (CO) на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), т/руб.</p> <p>$x_{6.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: всего на душу населения, кг/чел.</p> <p>$x_{7.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: твердые на душу населения, кг/чел.</p> <p>$x_{8.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: диоксид серы (SO₂) на душу населения, кг/чел.</p> <p>$x_{9.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: оксиды азота (NO₂) на душу населения, кг/чел.</p> <p>$x_{10.1}^{(1)}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: оксид углерода (CO) на душу населения, кг/чел.</p> |

| Раздел | Тип показателя | Показатель |
|------------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| | 2 Состояние окружающей среды | $x_{11.2}^{(1)}$ – Уровень загрязнения, баллов |
| | 3 Управление окружающей средой | $x_{15.3}^*$ |
| 2 Водные ресурсы | 1 Экологичность функционирования города | $x_{12.1}^{(2)}$ – Удельный сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009=1), тыс. тыс. куб. м/млн руб. |
| | 2 Состояние окружающей среды | - |
| | 3 Управление окружающей средой | $x_{15.3}^*$ |
| 3 Отходы и земельные ресурсы | 1 Экологичность функционирования города | $x_{13.1}^{(3)}$ – Вывезено спецтранспортом бытового мусора с территорий городов на душу населения, куб. м/чел. |
| | 2 Состояние окружающей среды | - |
| | 3 Управление окружающей средой | $x_{15.3}^*$ |
| 4 Зеленые насаждения | 1 Экологичность функционирования города | $x_{14.1}^{(4)}$ – Удельный вес площади зеленых насаждений в общей площади земель в пределах городской черты, процентов. |
| | 2 Состояние окружающей среды | - |
| | 3 Управление окружающей средой | $x_{15.3}^*$ |

* $x_{15.3}$ – Доля текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства, % – общий экологический индикатор для группы «Управление окружающей средой» всех категорий.

Таблица П.2 – Рейтинг крупных городов России по индексу экологической эффективности *I*

| № п/п | Город | <i>I</i> (2008 г.) | Место в рейтинге | <i>I</i> (2009 г.) | Место в рейтинге | <i>I</i> (2011 г.) | Место в рейтинге |
|-------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | Барнаул | 0,313 | 20 | 0,089 | 28 | 0,318 | 22 |
| 2 | Владивосток | 0,384 | 12 | 0,341 | 11 | 0,390 | 19 |
| 3 | Волгоград | 0,394 | 10 | 0,108 | 27 | 0,470 | 9 |
| 4 | Воронеж | 0,392 | 11 | 0,293 | 19 | 0,232 | 24 |
| 5 | Екатеринбург | 0,087 | 28 | 0,067 | 30 | 0,135 | 28 |
| 6 | Ижевск | 0,441 | 4 | 0,500 | 2 | 0,588 | 1 |
| 7 | Иркутск | 0,091 | 27 | 0,085 | 29 | 0,122 | 29 |
| 8 | Казань | 0,435 | 5 | 0,387 | 8 | 0,503 | 6 |
| 9 | Кемерово | 0,338 | 16 | 0,329 | 12 | 0,142 | 26 |
| 10 | Киров | 0,331 | 19 | 0,262 | 21 | 0,197 | 25 |
| 11 | Краснодар | 0,170 | 24 | 0,159 | 23 | 0,356 | 20 |
| 12 | Красноярск | 0,112 | 25 | 0,111 | 26 | 0,100 | 30 |
| 13 | Липецк | 0,371 | 14 | 0,317 | 15 | 0,514 | 2 |
| 14 | Москва | 0,053 | 30 | 0,059 | 31 | 0,082 | 31 |
| 15 | Новосибирск | 0,499 | 2 | 0,475 | 3 | 0,448 | 13 |
| 16 | Омск | 0,309 | 21 | 0,351 | 9 | 0,413 | 16 |
| 17 | Оренбург | 0,293 | 22 | 0,315 | 16 | 0,448 | 14 |
| 18 | Пенза | 0,263 | 23 | 0,300 | 18 | 0,511 | 3 |
| 19 | Пермь | 0,428 | 6 | 0,396 | 6 | 0,497 | 7 |
| 20 | Ростов-на Дону | 0,351 | 15 | 0,120 | 25 | 0,450 | 12 |
| 21 | Рязань | 0,413 | 7 | 0,439 | 4 | 0,458 | 10 |
| 22 | Самара | 0,335 | 17 | 0,328 | 14 | 0,420 | 15 |
| 23 | Санкт- Петербург | 0,040 | 31 | 0,276 | 20 | 0,349 | 21 |
| 24 | Саратов | 0,111 | 26 | 0,345 | 10 | 0,478 | 8 |
| 25 | Тула | 0,332 | 18 | 0,229 | 22 | 0,394 | 17 |
| 26 | Тюмень | 0,061 | 29 | 0,133 | 24 | 0,243 | 23 |
| 27 | Ульяновск | 0,447 | 3 | 0,427 | 5 | 0,505 | 4 |
| 28 | Уфа | 0,404 | 9 | 0,394 | 7 | 0,391 | 18 |
| 29 | Хабаровск | 0,407 | 8 | 0,313 | 17 | 0,456 | 11 |
| 30 | Челябинск | 0,381 | 13 | 0,329 | 13 | 0,136 | 27 |
| 31 | Ярославль | 0,564 | 1 | 0,624 | 1 | 0,504 | 5 |