

В.С. Тикунов<sup>1,2</sup>, Т.В. Котова<sup>3</sup>, С.К. Белоусов<sup>4</sup>

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПОКАЗАТЕЛИ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

### АННОТАЦИЯ

В статье приведён обзор существующих подходов к оценке экологического состояния природной среды. Интегральная оценка современного экологического состояния в условиях высокого уровня антропогенного воздействия на природную среду и постоянно увеличивающегося населения Земли представляет собой важную задачу, направленную на определение стратегического пути устойчивого развития государств и их регионов. Экологические индикаторы, используемые в этих целях, должны репрезентативно отражать состояние природной среды и подходить для регулярного мониторинга на различных масштабных уровнях.

Экологическое состояние сегодня является важным фактором качества жизни населения, роль которого неуклонно увеличивается. В статье рассмотрены подходы к оценке качества жизни с учётом состояния природной среды государств и их регионов, а также приведён вариант такой интегральной оценки для городов России с использованием данных государственной статистики и мониторинга окружающей среды. Проведено исследование по применимости различных показателей для оценки качества жизни. Составлена карта индекса качества жизни городов России, которая отражает особенности пространственного распределения качества жизни по территории России.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экологические индикаторы, устойчивое развитие, качество жизни

Vladimir S. Tikunov<sup>5,6</sup>, Tatiana V. Kotova<sup>7</sup>, Stanislav K. Belousov<sup>8</sup>

## ENVIRONMENTAL CONDITIONS: DEFINITION, INDICATORS, MAPPING

### ABSTRACT

The article provides an overview of existing approaches to assessing the ecological conditions of the environment. An integral assessment of the current ecological conditions with a high level of anthropogenic impact on the environment and the constantly increasing population of the Earth is an important task aimed at determining the strategic path of sustainable development of countries and their regions. Environmental indicators used for this purpose should be representative of environmental conditions and be suitable for regular monitoring at various scale levels.

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: [vstikunov@yandex.ru](mailto:vstikunov@yandex.ru)

<sup>2</sup> Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, 33, 299053, Севастополь, Россия; *e-mail*: [vstikunov@yandex.ru](mailto:vstikunov@yandex.ru)

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: [tatianav.kotova@yandex.ru](mailto:tatianav.kotova@yandex.ru)

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: [web-town@mail.ru](mailto:web-town@mail.ru)

<sup>5</sup> Lomonosov Moscow State University, Geography Department, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail*: [vstikunov@yandex.ru](mailto:vstikunov@yandex.ru)

<sup>6</sup> Sevastopol State University, ul. Universitetskaya 33, Sevastopol, 299053, Russia; *e-mail*: [vstikunov@yandex.ru](mailto:vstikunov@yandex.ru)

<sup>7</sup> Lomonosov Moscow State University, Geography Department, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail*: [tatianav.kotova@yandex.ru](mailto:tatianav.kotova@yandex.ru)

<sup>8</sup> Lomonosov Moscow State University, Geography Department, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail*: [web-town@mail.ru](mailto:web-town@mail.ru)

Ecological conditions is an important factor of the quality of life, the role of which is steadily increasing. The article shows approaches to assessing the quality of life, taking into account environmental conditions of countries and their regions, and provides a variant of integral assessment for Russian cities using state statistics and environmental monitoring data. A study was carried out on the applicability of various indicators to assess the quality of life. Resulted map of the Russian cities quality of life shows the spatial distribution of the quality of life over the territory of Russia.

**KEYWORDS:** environmental indicators, sustainable development, quality of life

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодня существует достаточно много определений понятия «экологическое состояние». По В.С. Преображенскому, экологическое состояние представляет собой сочетание различных условий и факторов, создающих определённую экологическую обстановку на территориях разной степени благополучия или неблагополучия. Экологическое состояние рассматривается также как конкретное состояние окружающей среды, обусловленное взаимодействием природных и техногенных факторов. В целом экологическое состояние окружающей среды понимается как пространственно-временное соединение разнообразных условий и факторов, положительных и отрицательных с точки зрения пригодности для жизни человека, формирующих экологическую обстановку на территории различного уровня благополучия и неблагополучия.

Оценка экологического состояния происходит на основе специальных индикаторов-показателей. Под индикатором понимается показатель (выводимый из первичных данных, которые обычно нельзя использовать для интерпретации изменений), который позволяет судить о состоянии или изменениях в состоянии окружающей природной среды, происходящих под влиянием антропогенной деятельности. Система показателей разрабатывается в зависимости от территориального уровня и назначения исследований, а также географических (природных и социально-экономических) особенностей территории.

Индикаторы должны иметь смысловую нагрузку, быть инструментом для коррекции государственной и межгосударственной политики. Назначением индикаторов является приведение в соответствие простых и недвусмысленных сигналов, по которым отслеживается воздействие людей на создаваемую ими среду.

Наряду с тематическими индикаторами разрабатываются и применяются на практике индексы. Индекс – это агрегированный или взвешенный индикатор, основанный на нескольких других индикаторах или данных. Цель экологических индексов – дать информацию о состоянии окружающей среды и деятельности человека, оказывающей на неё влияние. Использование индексов приемлемо там, где хорошо понятны причинно-следственные связи. На основе экологических индексов составляются комплексные (интегральные) экологические рейтинги. Большинство индикаторов и индексов: 1) представляют базовые данные для оценки национальной политики в достижении странами глобальных показателей и 2) служат механизмом сравнительного анализа ситуаций в разных странах по ключевым проблемам – снижению рисков для здоровья людей, обеспечению экологической безопасности, сохранению биоразнообразия и т.д. При этом необходимо отдавать отчёт в сложности задачи учёта экологической ситуации и политики стран, находящихся в неодинаковых географических условиях, с разными исторически обусловленными возможностями и на различных уровнях экономического развития [Экология..., 1988].

Подходов к расчёту индексов, касающихся состояния окружающей среды, достаточно много, но мировой опыт показывает, что индикаторы устойчивости (в их числе экологические) должны удовлетворять [Гридин, Чамкина, 2007] следующим основным критериям:

- возможность использования на макроуровне в национальном масштабе;
- сочетание экологических и экономических аспектов;

- однозначная интерпретация для лиц, принимающих решения;
- количественное выражение;
- использование системы национальной статистики, отсутствие значительных затрат для сбора информации и расчётов;
- репрезентативность для международных сопоставлений;
- возможность оценки во временной динамике;
- сквозное представление по уровням (федеральный, региональный) и секторам;
- соответствие действующим особенностям принятия решений.

Ещё одно важнейшее требование: при том, что индикаторы должны быть комплексными и агрегативными, они должны идентифицироваться малым количеством номеров.

Независимо от способа расчёта индикаторы и вышестоящие агрегативные индексы создают информационную пирамиду, опирающуюся на статистический анализ и первичные данные (рис. 1) [Гридин, Чамкина, 2007].



Рис. 1. Структура информационной пирамиды [Гридин, Чамкина, 2007]

Fig. 1. Information pyramid structure

Следует отметить, что в силу методологических и статистических проблем и сложностей расчёта, общепризнанного в мире интегрального индикатора ещё нет [Бобылев, 2007].

## ОБЗОР ПОДХОДОВ К РАСЧЁТУ ИНДИКАТОРОВ И ИНДЕКСОВ

В настоящее время всё более актуальным становится использование количественных индикаторов и индексов для оценки целей и эффективности экологической политики и устойчивого развития в связи с инициативами ООН, в частности, принятием в сентябре 2015 г. новой Глобальной Повестки дня в области устойчивого развития (Agenda for Sustainable Development), известной как «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Электронный ресурс: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication> (дата обращения 08.05.2021)

В докладе ООН по Глобальной Повестке (*Итоговый ...*, 2015<sup>1</sup>) говорится о важных направлениях развития на период после 2015 г. В частности, было отмечено, что необходимы кардинальные изменения в работе с данными для повышения их доступности, качества и своевременности, использование новых технологий сбора и распространения данных. Важность количественной оценки обусловлена также контролем за реализацией намеченных на следующие 15 лет 17 целей устойчивого развития (Sustainable Development Goals – SDGs) с 169 соответствующими задачами.

В современной мировой практике существует значительное число различных подходов и методик, оценивающих уровень экологического состояния и устойчивость развития. Используется несколько систем оценки экологического состояния на глобальном уровне. Ведущие мировые университеты и многие международные организации разрабатывают собственные системы показателей.

Существует целый ряд международных индексов, успешно применяющихся в настоящее время при оценке состояния окружающей среды. Наиболее известные из них:

**The Environmental Sustainability Index** (Индекс устойчивого развития окружающей среды) создан учёными Йельского и Колумбийского университетов совместно с Всемирным Экономическим Форумом. [*Esty et al.*, 2005]. Индекс демонстрирует различную степень готовности 146 стран принимать в ближайшие десятилетия меры по охране окружающей среды.

**Ecosystem Wellbeing Index** (Индекс удовлетворительного состояния окружающей среды) [*Prescott-Allen*, 2001] содержит 51 показатель состояния почвы, биосистемы, качества и доступности водных ресурсов, чистоты воздуха и атмосферы, энергии и др. ресурсов.

**Eco-Indicator 99** (Эко-индикатор-99) [*Goedkoop, Spriensma*, 2001] – это индекс, свидетельствующий о степени нанесения вреда по трём направлениям: здоровью человека, экосистеме и минеральным и топливным ресурсам.

**Environmental Performance Index for Rich Nations** (Индекс состояния окружающей среды для экономически развитых стран) [*William et al.*, 2004], он охватывает широкий спектр показателей состояния окружающей среды в современном мире (изменение климата, озоновая дыра, истощение рыбных ресурсов и т.д.).

**Environmental Policy Performance Index** (Индекс экологической политики) [*Adriaanse*, 1993] объединяет 42 показателя, применяется с целью проследить направление развития экономики и общества с точки зрения экологического подхода.

**Index of Environmental Friendliness** (Индекс дружелюбия по отношению к окружающей среде) [*Puolamaa et al.*, 1996] призван отражать достоверную информацию о состоянии окружающей среды. Оценка осуществляется по 11 индикаторам, которые учитываются в принятии решений по экологическим вопросам: парниковый эффект, истощение озонового слоя, закисление среды (почв и вод), заболачивание водоёмов, экотоксичность, истощение природных ресурсов, фотоокисление, уменьшение биоразнообразия, радиация, шум и др.

В работах, проводимых под эгидой ЮНЕСКО, ЮНЕП уделяется много внимания критериям оценки и индикаторам обеспечения стабильности окружающей среды, которые могут служить ориентирами устойчивого развития. Одна из самых масштабных систем индикаторов устойчивого развития разработана Комиссией ООН по устойчивому развитию (Commission on Sustainable Development – CSD). В качестве самостоятельной группы выделены индикаторы экологических аспектов устойчивого развития. Признание экологических ресурсов в качестве глобальных, которыми в равной степени пользуются все страны, и все ответственны за последствия их нерационального использования, стало действенным аргументом для включения экологических показателей в систему показателей устойчивого развития в качестве подсистемы.

<sup>1</sup> Итоговый документ саммита Организации Объединённых Наций «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Электронный ресурс: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/summitdecl.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/summitdecl.shtml) (дата обращения 10.07.2020)

Она объемлет показатели наиболее информативные с точки зрения оценки экологической составляющей развития. Подсистема насчитывает более 17 индикаторов, описывающих текущее состояние водных и земельных ресурсов, атмосферы, наличие отходов и др. (табл. 1).

Табл. 1. Базовый набор экологических индикаторов устойчивого развития  
Table 1. Basic set of environmental indicators for sustainable development

Раздел. Повестки дня на XXI век	Индикаторы – движущая сила	Индикаторы текущего состояния	Индикаторы реагирования
<b>В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ</b>			
<b>В-1. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ</b>			
Защита запасов и качества пресной воды	68. Ежегодное изъятие подземных и поверхностных вод, в % от доступного объёма 69. Потребление воды на душу населения	74. Запасы подземных вод (м <sup>3</sup> ) 75. Концентрация фекальных Coli-форм в источниках пресной воды (число на 100 мл) 76. Показатели биохимического и химического потребления кислорода по водным источникам	80. Обработка сточных вод (% обслуживаемого населения всего и по типам обработки)
Защита океанов, морей и береговых зон	70. Вылов морских организмов (т) 71. Прирост населения в береговых зонах (%) 72. Выбросы нефти в прибрежные зоны (т) 73. Накопление соединений азота и фосфора в прибрежных водах (т)	77. Отклонение запасов морских организмов от уровня, обеспечивающего устойчивое воспроизводство (%) 78. Отношение этого отклонения к реальным запасам 79. Индекс развития морских водорослей	81. Участие в соглашениях, касающихся морей (да/нет)
<b>В-2. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>			
Интегрированный подход к планированию и использованию земельных ресурсов	82. Используемые земли (км <sup>2</sup> )	90. Земли, подверженные эрозии почвы (км <sup>2</sup> )	94. Реформирование земельной политики (да/нет)
Управление уязвимыми экосистемами, борьба с опустыниванием и засухами	83. Потребление древесины на отопление на душу населения (м <sup>3</sup> ) 84. Численность домашнего скота на км <sup>2</sup> в засушливых зонах 85. Население в засушливых зонах, живущее ниже уровня бедности (%)	91. Земли, затронутые опустыниванием (км <sup>2</sup> ) 92. Частота засух	95. Затраты на восстановление экосистем
Содействие устойчивости сельского хозяйства и местного развития	86. Использование сельскохозяйственных пестицидов (т/км <sup>2</sup> ) 87. Использование удобрений (т/км <sup>2</sup> ) 88. Количество пахотных земель (га) на душу населения 89. Орошаемые земли (%)	93. Количество земель, затронутых засолением и заболачиванием (км <sup>2</sup> )	96. Затраты на поддержание сельского хозяйства и исследования в этой области 97. Площадь восстановленных земель (км <sup>2</sup> )

В-3. ДРУГИЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ			
Борьба с обезлесиванием	98. Темп обезлесивания (км <sup>2</sup> в год) 99. Годовое производство кругляка (м <sup>3</sup> )	100. Запасы древесины (м <sup>3</sup> ) 101. Площадь лесов (км <sup>2</sup> ) 102. Потребление древесины (в % от потребления энергии)	104. Темпы восстановления лесов (км <sup>2</sup> в год) 105. Доля защищаемых лесов
Сохранение биологического разнообразия		103. Число видов в угрожаемом состоянии и исчезнувших	106. Площадь заповедных территорий, в % от общей территории
В-4. АТМОСФЕРА			
Защита атмосферы	107. Выбросы CO <sub>2</sub> (т) 108. Выбросы оксидов серы и азота (т) 109. Потребление озоноразрушающих веществ (т)	110. Концентрация SO <sub>2</sub> , CO, оксидов азота, озона и взвешенных частиц в атмосфере городов	111. Расходы на сокращение загрязнённости атмосферы 112. Сокращение выбросов CO <sub>2</sub> , а также оксидов серы и азота (в % в год)
В-5. ОТХОДЫ			
Управление отходами	113. Объёмы производственных и муниципальных отходов (т в год) 114. Объём опасных отходов (т) 115. Импорт и экспорт (ввоз и вывоз) опасных отходов (т)	116. Объёмы отходов (т) на душу населения 117. Площадь земель, загрязнённых опасными отходами (км <sup>2</sup> )	118. Расходы на сбор и обработку отходов 119. Доля утилизируемых отходов, % 120. Утилизация муниципальных отходов (т на душу населения) 121. Темп уменьшения отходов на единицу ВВП (т/год) 122. Расходы на переработку опасных отходов

В подсистеме, соответственно, большое внимание уделяется водным и земельным ресурсам, а также управлению отходами. Индикаторы, представленные в разделе «Другие природные ресурсы», отражают состояние и изменения в биоразнообразии, атмосфере и лесных ресурсах, связанные с антропогенным воздействием. В целом подсистема экологических факторов (как и система индикаторов в целом) построена на принципах, предложенных ранее ОЭСР: включены показатели состояния экологии, давления на неё, а также показатели, отражающие реакцию на происходящие изменения. Индикаторы разбиты на три категории с учётом их целевой направленности: индикаторы – движущая сила, характеризующая человеческую деятельность, процессы и характеристики, которые влияют на устойчивое развитие; индикаторы состояния, характеризующие текущее состояние различных аспектов устойчивого развития; индикаторы реагирования, позволяющие осуществлять политический или какой-либо другой способ реагирования для изменения текущего состояния.

Важнейшим аспектом изучения ООН человеческого развития является выявление и оценка влияния факторов, обуславливающих взаимосвязь экологической деградации и человеческого развития. Разработанный ООН **индекс многомерной бедности** отражает, в частности, и «экологические депривации», к которым отнесены следующие: отсутствие доступа к чистой

воде, к нормальной канализации, применение «грязного» топлива для приготовления пищи. Значимость этого показателя экологического изучения разделяют и некоторые общественные деятели России, отмечая, что «самая худшая экологическая катастрофа – это нищета» [Латынина, 2019].

При оценке влияния экологии на человеческое развитие ПРООН для международных сопоставлений использует трёхуровневую систему показателей, включающую следующие группы показателей первого уровня:

- экологическая устойчивость;
- влияние экологических угроз на человеческое развитие;
- субъективная оценка удовлетворённости населения окружающей средой;
- обобщающие индикаторы экологической устойчивости.

Группа показателей экологической устойчивости включает подгруппы показателей первичного предложения энергии (2 показателя), выбросов углекислого газа (2 показателя), загрязнений (2 показателя), истощения природных ресурсов и биоразнообразия (5 показателей). Оценка влияния экологических угроз на человеческое развитие включает показатели состояния детей в возрасте до 5 лет (2 показателя), оценки влияния стихийных бедствий (2 показателя), смертности населения по причинам (5 показателей), проживания на деградированных землях (3 показателя).

Одной из особенностей используемой ООН системы показателей является привлечение субъективных оценок, полученных по результатам всемирного опроса Gallup. Показатели, характеризующие субъективное мнение населения, представляют собой процент опрошенных, давших положительный ответ на поставленные вопросы.

К обобщающим индикаторам экологической устойчивости ПРООН относятся также показатели скорректированных чистых сбережений, экологического следа, индекса экологических достижений.

Показатель **скорректированных чистых сбережений** – *Adjusted net savings*, используемый в настоящее время ООН и другими международными организациями в качестве обобщающей характеристики устойчивого развития, был предложен Всемирным банком. Построение этого показателя основывается на том, что природный и человеческий капитал являются значимыми видами активов, влияющими как на развитие экономики, так и на рост благосостояния населения стран.

Вложения в эти виды ресурсов представляет своего рода инвестиции в «будущее», а снижение их стоимости приводит к падению величины сбережений. Данный показатель для стран определяется в процентах от ВНД (валового национального дохода). В расчёте скорректированных чистых сбережений учитываются инвестиции в человеческий капитал, а также использование природных ресурсов, причём учёт ущерба от выбросов диоксида углерода расширяет понятие «экологических» активов, включая чистый воздух.

Всемирная сеть экологического следа (Global Footprint Network<sup>1</sup>) ежегодно рассчитывает **величину экологического следа**. Этот показатель отражает антропогенное воздействие на экологию и ресурсы Земли. Экологический след передаёт потребление человечеством ресурсов биосферы и определяется как площадь биологически продуктивной территории и акватории, необходимой для производства используемых человечеством ресурсов и ассимиляции отходов. Применительно к государству он включает площадь всех пахотных угодий, пастбищ, лесов и рыбопромысловых зон, которые необходимы для производства потребляемых страной продовольствия, древесины, волокон, а также ассимиляции отходов, связанных с использованием энергии и размещения инфраструктуры.

---

<sup>1</sup> Ecological Footprint Atlas, Global Footprint Network. Электронный ресурс: <https://climatepositions.com/ecological-footprint-updates-2014-152-countries/> (дата обращения 10.11.2020)

Экологический след рассчитывается на душу населения в глобальных гектарах. В настоящее время определяются следующие показатели следа: мировой, по регионам мира и странам, по странам с разным уровнем дохода, по странам с разным уровнем человеческого развития, по компонентам (производство, потребление, экспорт, импорт), по типам использования земли (пахотные земли, лесные угодья, земли под строительство и др.), соотношению экологического следа и биоёмкости страны, экологический след стран и регионов, выраженный в отношении необходимой площади к площади планеты Земля.

Расчёт величины экологического следа ведётся по факторной модели. По данным всемирной сети экологического следа, этот показатель для мира уже превысил общую биоёмкость планеты и продолжает увеличиваться. В зависимости от соотношения экологического следа потребления и биоёмкости, страны делятся на должников («экологические дебиторы») и кредиторов («экологические кредиторы»). Показатели экологического следа существенно различаются по регионам мира и по группам стран с разным уровнем дохода. Экологический след используется ПРООН как обобщающий индикатор в случае межстрановых сопоставлений экологической устойчивости.

Ещё одним индикатором устойчивого экологического развития, который использует ПРООН, является **индекс экологических достижений** – *Environmental Performance Index (EPI)*. Он оценивается на сегодняшний день как один из наиболее полных и актуальных. О нём в работах [Hsu A. et al., 2013, 2016].

По состоянию на 2012 г. он определяется на основе оценки двух основных целей экологической политики: 1) санитарное состояние окружающей среды, оценивающее экологические стрессы для здоровья человека; 2) жизнеспособность экосистем, определяющая «экологическое здоровье» и способность к восстановлению экосистем, а также рациональное управление природными ресурсами. Структура индекса EPI представлена в табл. 2. Уникальность индекса состоит в том, что он не только включает в себя оценку состояния экологии, но и учитывает влияние факторов современной цивилизации на здоровье человека.

EPI оценивает страны по 22 показателям, сгруппированным в десять категорий: санитарное состояние окружающей среды, воздух (воздействие на здоровье человека), вода (воздействие на здоровье человека), воздух (воздействие на экосистемы), ресурсы воды (воздействие на экосистемы), биоразнообразие и среда обитания, сельское хозяйство. Индекс определяется как средняя взвешенная величина субиндексов по каждой из перечисленных целей: субиндексу первой цели придаётся вес 30 %, второй – 70 %. Значение индекса, соответственно, может изменяться в пределах от 0 до 100.

Индекс экологической эффективности 2020 г. (EPI) представляет собой сводную информацию о состоянии устойчивого развития во всём мире, основанную на 32 показателях эффективности по 11 категориям вопросов. Уникальность индекса состоит в том, что он не только включает в себя оценку состояния экологии, но и учитывает влияние факторов современной цивилизации на здоровье человека. EPI ранжирует 180 стран по состоянию здоровья окружающей среды и жизнеспособности экосистем. Эти показатели позволяют в национальном масштабе оценить, насколько страны близки к установленным целям экологической политики.

Показатели, на которых основаны рейтинги 2020 г., взяты из различных источников и представляют собой самые последние опубликованные данные, часто за период с 2017 по 2018 гг.<sup>1</sup> Анализ не отражает последних событий, включая резкое снижение загрязнения

<sup>1</sup> Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2018 год. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2018. 260 с.



воздуха в 2020 г., после пандемии COVID-19, или выбросы парниковых газов в результате обширных пожаров в Амазонии в 2019 г. Общий рейтинг EPI показывает, какие страны лучше всего справляются с экологическими проблемами, с которыми сталкивается практически каждая страна. Детализация данных для анализа эффективности по категориям проблем, целям политики, группам странам и т.д. могут помочь в понимании детерминант экологического прогресса и в выборе направлений государственной политики.

Табл. 2. Структура индекса EPI  
Table 2. EPI index structure

Экология и здоровье человека	Воздействие на здоровье человека	Младенческая смертность
	Качество воздуха	Качество воздуха в зданиях
		Загрязнение воздуха микрочастицами PM2.5 (распространение)
		Загрязнение воздуха микрочастицами PM2.5 (превышение)
	Качество воды	Доступ к питьевой воде
Уровень санитарии		
Защита экосистемы	Водные ресурсы	Очистка сточных вод
	Сельское хозяйство	Уровень субсидирования сельского хозяйства
		Контроль использования пестицидов
	Лесные ресурсы	Изменение лесного покрова
	Рыбные ресурсы	Регулирование лова в прибрежных водах
		Контроль запасов рыбных ресурсов
	Биологическое разнообразие	Поддержка заповедников (национальный уровень)
		Поддержка заповедников (глобальный уровень)
		Защита от загрязнения морских вод
		Защита редких животных
	Климат и энергетические ресурсы	Интенсивность CO <sub>2</sub> выбросов
		Изменение интенсивности CO <sub>2</sub> выбросов
		Изменение выбросов CO <sub>2</sub> за кВт-ч
Доступность электрической энергии		

Широкое признание в мире получила **система экологических индикаторов Организации экономического сотрудничества и развития ОЭСР (OECD Key Environmental Indicators)**<sup>1</sup> занимается разработкой индикаторов окружающей среды с 90-х гг. XX века. Показатели экологического состояния созданы с таким расчётом, чтобы давать обзор состояния и развития экологической ситуации во времени. Программа развивается на основе следующих требований для стран ОЭСР: 1) методологическое и концептуальное единство систем в странах-членах ОЭСР, 2) идентификация и определения индикаторов по выдвинутым критериям. Критериями для отбора индикаторов служат: 1) актуальность для реализуемой политики, 2) измерение этих индикаторов в большинстве стран, 3) регулярное использование их в аналитических обзорах и исследованиях по окружающей среде. В основу системы положена

<sup>1</sup> The OECD Env-Linkages Modelling Framework. OECD. 2013

модель «Давление – Состояние – Реакция». На основе этой модели формируется матрица показателей, которая позволяет отслеживать экологическую ситуацию как внутри каждой группы индикаторов, так и на каждой стадии модели.

Окончательный список из 134 индикаторов (обилие индикаторов, входящих в систему, затрудняет их использование во многих странах в связи с отсутствием необходимых статистических данных) обобщён до 60 и организован по схеме «тема – подтема – индикатор»<sup>1</sup>. По каждой из областей определяются темы, которые затем детализируются по подтемам и сводятся к минимальному набору индикаторов. Основной акцент сделан на возможность принятия политических решений. Ключевые индикаторы, посредством которых возможна содержательная и сжатая оценка существующих проблем, объединены в 10 разделов (табл. 3).

Табл. 3. Индикаторы окружающей среды ОЭСР  
Table 3. OECD environmental indicators

Раздел (подраздел)	Индикаторы, доступные по большинству стран-членов ОЭСР
Загрязнения	
I. Изменения климата	Интенсивность выбросов CO <sub>2</sub> Индекс выбросов парниковых газов
II. Истощение озонового слоя	Индекс потребления озоноразрушающих веществ
III. Качество воздуха	Интенсивность эмиссии оксидов азота и серы – SO <sub>x</sub> и NO <sub>x</sub>
IV. Производство отходов	Интенсивность производства мусора муниципальными образованиями
V. Качество свежей воды	Уровень очистки сточных вод
Природные ресурсы и активы	
VI. Ресурсы свежей воды	Интенсивность использования ресурсов воды
VII. Лесные ресурсы	Интенсивность использования лесных ресурсов
VIII. Ресурсы рыбы	Интенсивность использования ресурсов рыбы
IX. Энергетические ресурсы	Интенсивность использования энергии
X. Биоразнообразие	Количество и доля исчезающих видов

Минимальный список базовых индикаторов предлагается странам для апробирования и подготовки национальных программ. Разработки ОЭСР положены в основу многих других систем индикаторов, в частности **европейских индикаторов воздействия Евростата**. В 2002 г. странами Евросоюза была принята Шестая программа действий по окружающей среде (*The Sixth Environment Action Programme – 6<sup>th</sup> EAP*). Программа определяет четыре основных приоритета: борьба с изменениями климата; сохранение природы и биоразнообразия; защита окружающей среды и здоровья; содействие рациональному использованию природных ресурсов и улучшению обращения с отходами.

Реализация программы включает семь тематических стратегий, принятых Европейской комиссией и охватывающих следующие разделы: воздух, морские ресурсы; рационализация и

<sup>1</sup> Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies. Background, NY, 2001. Paper. No. 3

утилизация отходов; использование природных ресурсов; городская среда; почва; использование пестицидов. В целях реализации программы и обеспечения информационной поддержки перечисленных стратегий Евростатом используется система показателей статистики окружающей среды, включающая следующие их группы:

- использование земель;
- загрязнение атмосферы/изменение климата;
- выбросы;
- водные ресурсы и их использование;
- транспорт и инфраструктура;
- сельское хозяйство (пестициды, удобрения, азотный баланс, производство без химических удобрений);
- региональная статистика окружающей среды;
- экологические преступления;
- индикаторы состояния воды.

Система показателей Евростата включает также показатели, характеризующие налогообложение видов деятельности, связанных с воздействием на окружающую среду, а также инвестиции в защиту окружающей среды. В качестве обобщающего показателя инвестирования в экологию используется уровень защиты окружающей среды, определяемый как отношение величины инвестиций в защиту окружающей среды к ВВП.

Евростат предоставляет информацию о состоянии и перспективах сохранения окружающей среды, а также о выполнении международных соглашений по охране окружающей среды в сотрудничестве с European Environmental Agency (EEA), а также национальными статистическими службами стран-членов европейского Союза. В этой связи данные содержат развёрнутый перечень показателей, необходимых для оценки выполнения странами обязательств в рамках Киотского протокола, а также системы показателей, согласующиеся с европейским стандартом. В частности, в таких странах как Норвегия, Исландия, Германия, Франция, Финляндия и др., системы показателей охраны окружающей среды, публикуемые Национальными бюро по статистике, включают в себя перечень категорий, рекомендуемых Евростатом, однако содержат даже более широкий круг показателей.

Система для России включает 42 индикатора. Большинство из них рассчитывается на основе статистических данных, а также отчасти на ведомственной информации (Росгидромет) и разовых обследованиях и оценках.

Для РФ система ключевых экологических показателей представлена в табл. 4.

*Табл. 4. Показатели по Российской Федерации из краткого «зелёного» справочника Всемирного Банка, 2006 г.*

*Table 4. Indicators for Russia from the World Bank "The Little Green Data Book", 2006*

Тема	Подтема	Индикатор
Атмосфера	Изменение климата	1. Эмиссия CO <sub>2</sub> при потреблении органического топлива (данные Росгидромета)
		2. Эмиссия парниковых газов
	Качество воздуха	3. Концентрации приоритетных, загрязняющих воздух веществ, на городских территориях (данные Росгидромета)
		4. Эмиссия вредных веществ, суммарная и по классам опасности

Земля	Сельское хозяйство	5. Земли сельскохозяйственного назначения
		6. Использование минеральных удобрений
		7. Использование пестицидов
	Леса	8. Лесопокрытая площадь, в % к общей земельной площади
		9. Площадь лесов по категориям
		10. Интенсивность вырубок леса (использование расчётной лесосеки)
	Опустынивание земель	11. Земли, подвергшиеся опустыниванию (региональные оценки, разовые оценки)
Урбанизация	12. Земли населённых пунктов	
	13. Земли промышленности, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения	
Рыболовство	14. Годовой вылов важнейших видов по основным бассейнам	
Пресная вода	Количество воды	15. Годовой забор подземных и поверхностных вод, в % от общих запасов имеющейся воды
		16. Объём оборотной и последовательно используемой воды в процентах к забору воды из водных источников
	Качество воды	17. Сброс загрязнённых сточных вод в поверхностные водоёмы
		18. Сброс загрязняющих веществ в поверхностные водоёмы
Биоразнообразие	Экосистемы	19. Земли особо охраняемых природных территорий (заповедники и национальные парки)
		20. Охраняемые территории, в % к общей площади
	Виды	21. Наличие основных выбранных видов (разовые оценки)

Ещё один – **индекс экологической уязвимости** (*Environmental Vulnerability Index – EVI*) разработан Южно-тихоокеанской комиссией по прикладным наукам о Земле (SOPAC), Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и их партнёрами. Индекс предназначен дать представление об уязвимости и выявлении проблем, которые необходимо решить в части экологических, экономических и социальных аспектов развития стран. Решается задача перевода и использования применяемых показателей в количественные показатели уязвимости. Важно отметить, что EVI – один из первых инструментов, которые разрабатываются для того, чтобы «сосредоточить управление окружающей средой в тех же масштабах, в которых принимаются экологически значимые решения, и сфокусировать их на запланированных результатах».

Агрегированный **индекс «живой планеты»** (ИЖП – *Living Planet Index*) используется для оценки состояния глобальных природных экосистем. Разработан для мониторинга биологического разнообразия планеты. Индекс измеряет природный капитал лесов, водных и морских экосистем и рассчитывается как среднее из трёх показателей: численность животных в лесах, в водных и морских экосистемах. Он исчисляется в рамках ежегодного доклада Всемирного Фонда Дикой Природы (WWF) и занимает особое место в системе экологических индикаторов, поскольку его расчёт основан на оценке динамики

численности видов для различных экосистем и биомов. При расчёте индекса используются динамические ряды с 1960 г.

Глобальный индекс «живой планеты» получают в результате агрегирования двух индексов – для умеренной зоны (включая полярные области) и тропической зоны. Каждый из них формируется на основе обобщённых показателей для наземных, пресноводных и морских видов. Индекс живой планеты существенно различается в зависимости от уровня благосостояния стран. Если в странах с высоким уровнем дохода наблюдается некоторый прирост индекса (5 %), то в странах с низким уровнем дохода – снижение более, чем в 2 раза.

Ряд разработок базируются на «нетрадиционных» подходах к сбору и обработке информации. Примером подобного рейтинга может служить **индекс загрязнения** (*Pollution Index*), рассчитываемый на основе сведений, которые сообщают посетители Интернет-сайта Numbeo<sup>1</sup>. Сайт, созданный в 2009 г. сербским инженером-программистом М. Адамовичем, с 2011 г. собирает мнения пользователей о различных аспектах загрязнения окружающей среды. В настоящее время база сайта содержит более 1,3 млн записей данных.

Основной целью использования индексов является составление рейтингов стран для их сравнения, что важно для прогноза экологического развития и решения тех или иных проблем. Частные (тематические, отраслевые) рейтинги охватывают самые разные сферы: от ресурсобеспеченности и антропогенного воздействия на отдельные компоненты природной среды до природоохранной политики и восприятия экологических проблем населением. Экологические индикаторы, используемые при их составлении, отражают все категории показателей, важных для понимания текущей экологической ситуации и трендов её развития (движущие силы, воздействия, состояние, последствия и ответные действия).

Мировые рейтинги экологического развития основаны на разнообразных индикаторах, индексах и их комбинациях. Источниками данных для составления глобальных экологических рейтингов чаще всего является статистическая информация, аккумулируемая в базах данных таких крупнейших международных организаций, как Всемирный банк (World Bank), Институт мировых ресурсов (World Resources Institute), Программа ООН по окружающей среде (UN Environmental Programme), ФАО (UN Food), ВОЗ (World Health Organization) и др. Их данные отличаются высокой достоверностью и хорошей сопоставимостью, что делает составленные на их основе рейтинги весьма объективными.

Разработчиками глобальных экологических рейтингов являются также общественные объединения: Всемирный фонд дикой природы (World Wildlife Fund), Европейская сеть климатических действий (Climate Action Network Europe, CAN-E), НКО «Немецкая Наблюдательная Инициатива» (Germanwatch e. V. – Nord-Süd-Initiative), исследовательские структуры (научные центры Йельского и Колумбийского университетов США), а также отдельные эксперты, информационные агентства и пр. общественные объединения.

Четыре наиболее известных и цитируемых рейтинга составлены на основе следующих индексов: **Индекс эффективности усилий в сфере защиты климата** (*Climate Change Performance Index – CCPI*), **Индекс экологической эффективности** (*Environmental Performance Index – EPI*), **Экологический след** (*Ecological Footprint – EF*), **Индекс экологической уязвимости** (*Environmental Vulnerability Index – EVI*). Все они построены на большом количестве агрегируемых индикаторов, дающих оценку по нескольким параметрам, и адекватно отражают современную ситуацию в мире и место России на глобальном уровне.

Ведущие международные организации и региональные агентства регулярно готовят серии прогнозов и сценариев, рассматривающих изменение состояния окружающей среды, перспективы природопользования, экологической политики. За последние два десятилетия

<sup>1</sup> Numbeo. Электронный ресурс: <https://www.numbeo.com/pollution/> (дата обращения 08.05.2021)

опубликовано значительное количество оценочных исследований (форсайтов, сценариев развития, аналитических работ и пр.). Среди них:

- экспертные оценки Межправительственной группы по изменению климата (IPCC);
- отчёты ГЭП (Глобальная экологическая перспектива, Global Environment Outlook, GEO, 2000, 2002, 2007, 2012, 2016)<sup>1</sup>;
- оценка экосистем на пороге тысячелетия (Millennium Ecosystem Assessment, МА, 2005)<sup>2</sup>;
- международная оценка развития сельскохозяйственной науки и техники (International Assessment of Agricultural Science and Technology Development, IAASTD, 2009)<sup>3</sup>;
- доклады «Развитие водных ресурсов мира» (World Water Development Reports, 2006, 2009)<sup>4</sup>.

Рядом организаций подготовлены исследования, содержащие возможные решения вопросов устойчивого развития. Это прогнозы Всемирного Совета предпринимателей по устойчивому развитию (World Business Council on Sustainable Development, WBCSD, 2010)<sup>5</sup>, прогнозы в рамках Международной биосферно-геосферной программы (International Geosphere Biosphere Programme, IGBP)<sup>6</sup> и в отчёте ЮНЕП Доклад по Зелёной Экономике (Green Economy Report, UNEP, 2011). В докладах ЮНЕП GEO-2 и GEO-3 (UNEP, 2002, 2007) представлены сценарии будущего состояния окружающей среды, основанные на рассмотрении возможных путей социально-экономического развития. Непосредственно Россия не является объектом этих работ, но тренды, описанные в них, важны для понимания возможных траекторий будущего экологического развития планеты, и Российской Федерации как её крупной составной части.

В докладе ЮНЕП «Глобальная экологическая перспектива-5», подготовленном в 2012 г. к Конференции ООН по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро «Рио+20», представлено видение и сценарии экологического развития до 2050 г. Доклад «Перспективы окружающей среды на период до 2050», опубликованный к «Рио+20», сфокусирован на экономических и демографических процессах и трендах, их влиянии на состояние окружающей среды на ближайшие четыре десятилетия. На основе их анализа экспертами сделан вывод о необходимости принятия срочных ответных мер, способных предотвратить существенные издержки в экологической области, ожидающие мир в случае бездействия.

В экологическом Форсайте ЮНЕП «21 вызов в XXI веке» [Alcamo, Leonard, 2012] подчёркивается, что большая часть возникающих экологических проблем (например, появление «мёртвых зон» в океане, обезлесение тропиков из-за производства биотоплива и др.) является результатом сложных взаимодействий политических интересов, экономики, социальных процессов, и поэтому их решение должно носить межсекторальный характер.

<sup>1</sup> UNEP. Global Environment Outlook. Электронный ресурс: <https://www.unep.org/global-environment-outlook> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>2</sup> Millennium Ecosystem Assessment. Электронный ресурс: <https://www.millenniumassessment.org/> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>3</sup> GEF. International Assessment of Agricultural Science and Technology Development. Электронный ресурс: <https://www.thegef.org/project/international-assessment-agricultural-science-and-technology-development-iaastd> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>4</sup> UNESCO. World Water Development Report. Электронный ресурс: [https://www.unwater.org/publication\\_categories/world-water-development-report/](https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/) (дата обращения 08.05.2021)

<sup>5</sup> WBCSD. Электронный ресурс: <https://www.wbcd.org/> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>6</sup> IGBP. Электронный ресурс: <http://www.igbp.net/> (дата обращения 08.05.2021)

Европейское агентство по окружающей среде (European Environment Agency – ЕЕА), рассматривает глобальные мегатренды с горизонтом прогнозирования до 2050 г. Среди них – демографические, экономические, технологические, экологические и политические мегатренды, способные, в случае отсутствия ответных мер, нарушить стабильность в Европе и в Мирове. Среди экологических мегатрендов наибольшую важность для Европы представляют следующие: сокращение запасов природных ресурсов, нарастающие последствия изменений климата; загрязнение окружающей среды; потеря биоразнообразия [Алексеева, Миланова, 2017].

Официальная информация об оценке экологического состояния России в целом и для субъектов Федерации, как правило, отражается в ежегодных государственных докладах о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов (реально выходят далеко не каждый год) и в информационных бюллетенях ведомств природно-ресурсного блока, курирующих гидрометеорологический мониторинг, водное хозяйство, лесное хозяйство, земельные ресурсы и т.д. Соответственно, оценки экологического состояния окружающей среды даются, в основном, в разрезе информации о состоянии основных компонентов: атмосферного воздуха, водной среды, земельных ресурсов и почв, лесов, растительного и животного мира, радиационной обстановки. Комплексные оценки пока ещё не вышли за рамки научно-исследовательских работ, а соответствующих официальных методик и, следовательно, статистики интегральных оценок ни в регионах, ни в государстве в целом пока ещё не существует. На сайте организации «Зелёный патруль»<sup>1</sup> публикуется «Национальный экологический рейтинг регионов» (последний по итогам зимы 2019–2020 гг.).

В Концепции перехода РФ к устойчивому развитию, принятой в 1996 г., отдельно прописаны региональные аспекты устойчивого развития, подробнее в Указе Президента РФ от 1996<sup>2</sup>. В ней отмечается необходимость учёта особенностей региона для решения федеральных задач на местном уровне. Для оптимизации экологической составляющей предусматривается формирование регионального хозяйственного механизма, регулирующего природопользование и антропогенное воздействие на окружающую среду; выполнение природоохранных мероприятий на селитебных и незастроенных территориях городов и других населенных пунктов и в пригородных зонах; развитие сельского хозяйства на основе экологически безопасных агротехнологий; реконструкцию региональной промышленности с учётом хозяйственной ёмкости локальных экосистем. Эти положения пока очень слабо воплощаются в реальности.

Для оценки экологического состояния на региональном уровне используются разные методики. Довольно часто это система количественных показателей из числа индексов устойчивого развития. В этом случае единицами картографирования служат, как правило, единицы административного деления. Примером таких исследований может быть система экологических индикаторов для Башкортостана, приведённая на рис. 2 [Чмыхалова, Сибгатуллина, 2018].

Близка к ним система индикаторов, использованная для Красноярского края (табл. 5) [Дугленок и др., 2012]. Показатели экологического состояния выбраны таким образом, чтобы давать обзор экологической ситуации и обзор ситуации во времени.

---

<sup>1</sup> Зеленый патруль. Электронный ресурс: <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskii-reyting-subektov-rf?tid=388> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>2</sup> Указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию»

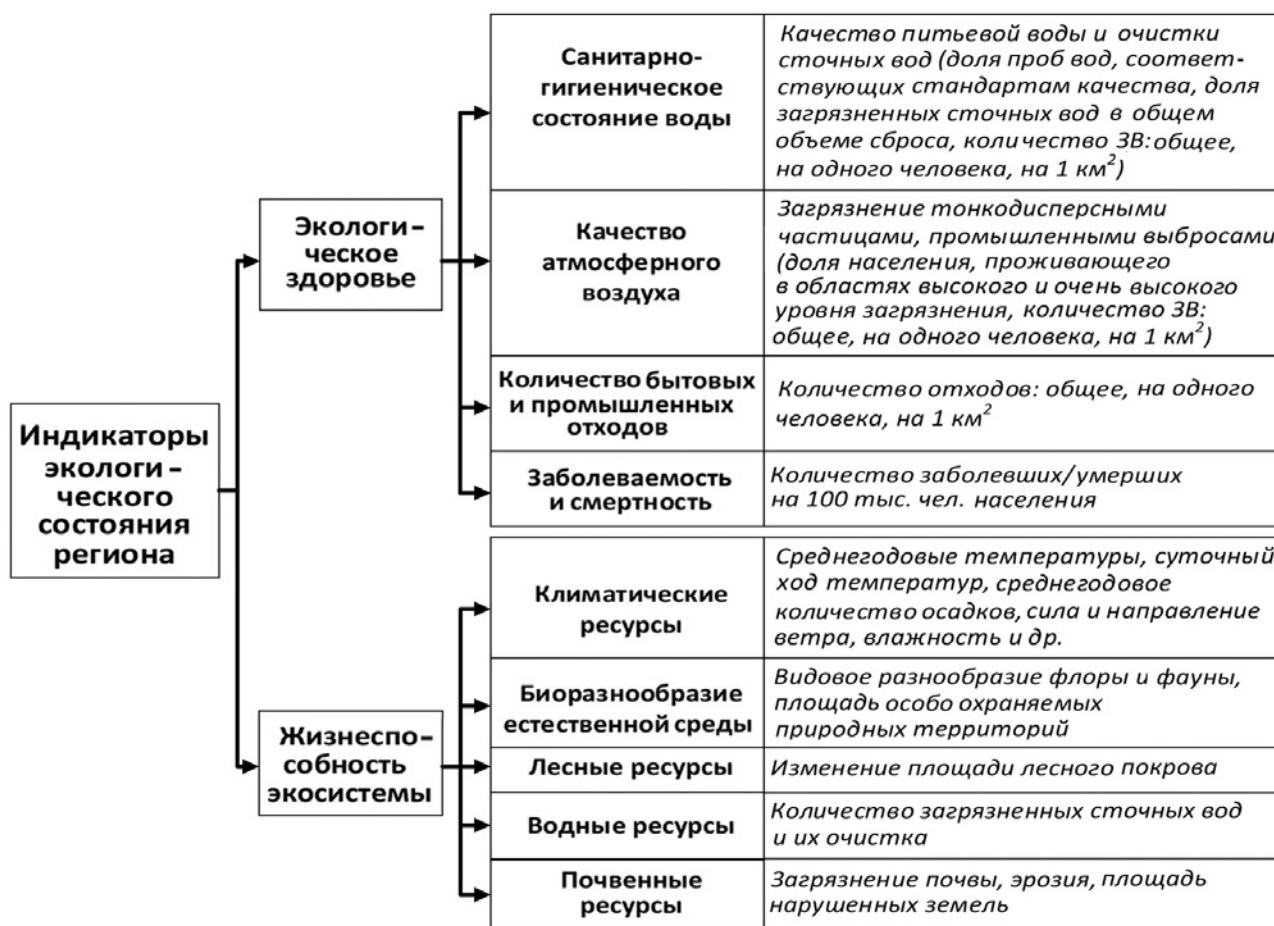


Рис. 2. Система экологических индикаторов для республики Башкортостан [Чмыхалова, Сибатагуллина, 2018]

Fig. 2. System of environmental indicators for Bashkortostan

Табл. 5. Показатели экологического состояния для Красноярского края [Цугленок и др., 2012]

Table 5. Environmental indicators for Krasnoyarsk region

Показатель	Единица измерения	РФ**	Красноярский край					
			2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Общие характеристики</i>								
Площадь*	тыс. км <sup>2</sup>	17098	724	724	2367	2367	2367	2367
Численность населения	тыс. чел	141915	2849,9	2838,3	2890,3	2889,8	2826,5	2829,1
<b>Атмосферный воздух*</b>								
Валовые выбросы загрязняющих веществ, включая автотранспорт	тыс. т	32304	2696,9	2761,4	2854,8	2886,3	2815,3	2886,8
Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников	тыс. т	19116	2521,4	2466,1	2509,6	2478,6	2433,3	2480,2
Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта	тыс. т	13188	175,5	295,3	345,2	407,7	382,0	406,6



Водные ресурсы								
Забор свежей воды	млн м <sup>3</sup> /год	80272	2731	2809	2908	3288	2722	2559
Использование свежей воды	млн м <sup>3</sup> /год	62921	2508	2545	2630	3017	2455	2296
Сброс сточных вод	млн м <sup>3</sup> /год	52078	2424	2423	2531	2905	2356	2172
Количество загрязнённых (без очистки) сточных вод, сбрасываемых в водоёмы	млн м <sup>3</sup> /год	17119	37,7	49,7	55,7	54,4	46,2	45,4
Образовано отходов	млн т	4502	157,6	256,7	199,5	288,1	298,2	302,8
Площадь лесного фонда*	млн га	1183,7	57,9	57,9	158,5	158,7	158,7	158,7

\* Значения показателей 2005–2006 гг. приведены по Красноярскому краю до объединения, 2007–2010 гг. – по объединённому Красноярскому краю, включающему Таймырский, Долгано-Ненецкий и Эвенкийский муниципальный районы

\*\* Данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) на 01.01.2011 г.

Примером другого подхода может быть методика, которая базируется на **индексе состояния окружающей среды** – DUX (Deutscher Umwelt Index), разработанном Федеральным агентством по окружающей среде в Германии [Гридин, Чамкина, 2007]. В основу индекса входят данные индивидуальных индикаторов, характеризующих состояние различных компонентов окружающей природной среды: климат, воздух, вода, земля и ресурсы (минеральное и энергетическое сырьё). По сути, он состоит из трёх экологических индексов – **индекса загрязнения (воды и воздуха), индекса ресурсоистощения (земельных, энергетических и минеральных ресурсов) и индекса риска экосистемы (климата)**.

Как отмечают среди критериев отбора индикаторов на муниципальном уровне на первое место выходят:

- соответствие индикаторов поставленным на данной территории задачам развития;
- возможность сравнения данной территории с соседними муниципальными образованиями;
- доступность собираемой информации [Гридин, Чамкина, 2007]. Пример используемых экологических индикаторов дан в табл. 6.

Табл. 6. Система «ключевые/базовые» экологические индикаторы» [Гридин, Чамкина, 2007]

Table 6. The system of “key/baseline” environmental indicators

№ п/п	Наименование индикатора	Категория индикаторов
1		
1.1	Выбросы парниковых газов в эквиваленте CO <sub>2</sub> , тыс. т	ключевые
1.2	Всего выбросы в атмосферу, тыс. т	
1.3	Сброс загрязнённых сточных вод, млн м <sup>3</sup>	
1.4	Использование расчётной лесосеки, %	дополнительные
1.5	Ввод в действие мощностей по охране атмосферного воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч	
1.6	Ввод в действие мощностей по рациональному использованию водных ресурсов (систем оборотного водоснабжения), тыс. м <sup>3</sup> /сут	
1.7	Удельный вес рекультивированных земель под с/х угодья в общей площади нарушенных и обработанных земель, %	специфические

Примером оценки экологического состояния на муниципальном уровне может быть исследование для Причудымья [Елин, 2013].

При оценке экологической ситуации (или экологического состояния территории) за единицу картографирования принята муниципальная единица – район или город. Такой подход по признанию автора является вынужденным, так как сбор и накопление природоохранной информации проводится по природопользователям и муниципальным территориальным единицам. Кроме того, управление охраной окружающей среды осуществляется (согласно действующему законодательству) администрациями разного уровня, а также по территориальному принципу. Оценка экологического состояния проводилась путём сравнения с санитарно-гигиеническими нормами – предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Это касается оценки качества атмосферного воздуха и поверхностных вод. Оценка состояния других объектов носила, как правило, экспертный характер. При этом учитывались как современные воздействия, типа текущих выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, так и потенциально экологически опасные, существующие объекты (участки леса, поражённые энтомовредителями, пройденные пожарами и т.д.). В качестве основного показателя принято интегральное экологическое состояние окружающей среды в целом. В виде показателей качества ландшафтов использовались объёмы выбросов загрязняющих веществ, объёмы забора свежей воды, сброса сточных вод, отнесённые к площади района (города) или численности населения. Оценки проводились по пятибалльной шкале, где 5 баллов соответствуют лучшему показателю, а 1 – худшему. Для оценки приняты следующие категории состояния – удовлетворительное, напряжённое, конфликтное, критическое.

Довольно широко в РФ практикуется процедура «экологических оценок» по ландшафтным единицам разного территориального уровня. Экологическая оценка – это определение степени пригодности (благоприятности) природно-ландшафтных условий территории для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности. Экологические оценки формируются в ходе «экологической диагностики». Экодиагностику можно рассматривать как процедуру формирования информационной базы для экологической оценки территории. Она включает: установление природно-ландшафтной дифференциации; определение состояния ландшафтов и их компонентов; установление антропогенных воздействий на ландшафт; выяснение потенциальных возможностей ландшафтов противостоять антропогенным нагрузкам; определение экологических ситуаций и оценку степени их остроты; разработку рекомендаций по улучшению экологической обстановки. По сути, объектом оценки является современный ландшафт, изменённый в разной степени хозяйственной деятельностью человека.

На региональном и локальном уровнях применяются такие методики, как оценка уровня техногенного воздействия на окружающую среду, анализ экологического состояния территории с использованием биоиндикации, определение экологической напряжённости, комплексная эколого-геохимическая оценка и др. [Арустамов, 2017], а также в источниках [Битюкова, 2002; Тикунов, Ватлина, 2020].

Одним из недостатков Концепции перехода РФ к устойчивому развитию, как и современного экологического законодательства, по мнению учёных-географов и экологов, является отсутствие в её основе ландшафтного подхода. На современном этапе развития цивилизация достигла такого уровня, когда для решения глобальных и региональных экологических проблем необходима принципиально новая государственная политика, строящаяся на сопряженном учёте всех потребностей населения в природе. Переход к устойчивому развитию должен сопровождаться разработкой и осуществлением ландшафтной политики государства [Дьяков, 2005].

Все индикаторы устойчивого развития [Тарасова, Кручина, 2006; Вайцеккер и др., 2013], в их числе экологические, должны быть ориентированы для глобального, межгосудар-

ственного, государственного, регионального и локального уровней<sup>1</sup>. Региональные экологические индикаторы (как и социальные и экономические) должны удовлетворять следующим основным критериям [Бобылев, 2004]:

- возможность использования на макроуровне в национальном масштабе;
- репрезентативность для международных сопоставлений;
- однозначная интерпретируемость лицами, принимающими решения;
- способность иметь количественное выражение;
- опора на систему национальной статистики и минимальность затрат для сбора информации и расчётов;
- возможность оценки во временном диапазоне;
- сквозное представление по уровням;
- гибкость;
- реальная ограниченность числа.

В настоящее время существует большое количество систем экологических индикаторов глобального и национального уровней [Покровский, 2001; Белоусова, Семашко, 2004; Тишков, 2004; Niemi., McDonald, 2004; Бычкова, 2012; Сегал и др., 2018; World. . . , 2019<sup>2</sup>].

С учётом этих требований базовая согласованная пирамида индикаторов устойчивого развития выглядит следующим образом [Булатов, Игенбаева, 2008] (рис. 3).



Рис. 3. Иерархия индикаторов устойчивого развития [Булатов, Игенбаева, 2008]

Fig. 3. Hierarchy of indicators of sustainable development

Каждая категория индикаторов должна включать три типа индикаторов, предложенных ОЭСР:

- индикаторы воздействия, характеризующие влияние на окружающую среду различных факторов и её изменение под их влиянием;
- индикаторы состояния, которые характеризуют состояние различных элементов окружающей среды;
- индикаторы отклика, оценивающие меры по оздоровлению окружающей среды.

<sup>1</sup> Показатели устойчивого развития: структура и методология. Тюмень. Изд-во ИПОС СО РАН, 2000. 359 с.

<sup>2</sup> World Development Indicators. World Bank, 2019. Электронный ресурс: [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/dataset/ds00077\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/dataset/ds00077_en) (дата обращения 15.06.2020)

Попытка обобщения большого количества существующих систем экологических индикаторов на глобальном уровне и для РФ представлена в таблице 7 [Булатов, Игенбаева, 2008] с учётом их положения в «пирамиде».

Табл. 7. Экологические индикаторы устойчивого развития на глобальном и национальном уровнях [Булатов, Игенбаева, 2008]

Table 7. Environmental indicators for sustainable development at the global and national levels

ИНДИКАТОРЫ		БАЗОВЫЕ																									
		Воздействие			Состояние						Отклик																
Глобальные		Глобальное загрязнение (сумм. показатель выбросов загр. веществ в атмосферу и гидросферу, захоронение твёрдых отходов)			Истощение озонового слоя (выбросы парниковых газов)		Использование пресной воды (величина водопотребления в год)		Природоёмкость (запросы прир. ресурсов и объемы загрязнений на ед. конечного продукта)		Экологический земельный резерв (изменение площадей неиспользуемых в хозяйстве земель)		Биоразнообразие (количество исчезающих и находящихся под угрозой исчезновения видов в год)		Охраняемые территории (площадь ООПТ)												
Национальные (РФ)		БАЗОВЫЕ			ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ																						
		Возд	Сост	Откл	Воздействие			Состояние			Отклик																
Общий объем загрязнений на единицу ВВП		Изменение площади неиспользуемых в хозяйстве земель		Площадь ООПТ		Выбросы парниковых газов		Образование твёрдых, радиоактивных отходов		Нарушение баланса органического вещества в почвах		Вылов рыбы		Вывозка древесины		Изменение структуры землепользования		Лесопокрытая площадь		Прирост эродированных земель		Вывод деградированных земель на консервацию		Величина лесовосстановления		Инвестиции, направленные на охрану окружающей среды	

Принимая во внимание природно-экономические условия регионов, очевидна необходимость разработки индексов как для региона в целом, так и для отдельных территориальных комплексов (на уровне зон–провинций–подпровинций–округов).

Поскольку набор показателей состояния окружающей среды, отражаемый официальной статистикой, довольно ограничен, существует предложение опереться на показатели воздействия, которые связаны с поступлением и изъятием вещества. Комплекс таких показателей включает:

- выбросы вредных веществ в атмосферу от основных источников;
- забор свежей воды (он коррелирует со сбросами загрязнённых вод, но полных данных по регионам нет);
- вывозы древесины;
- образование токсичных отходов на промышленных предприятиях;
- доля работников, занятых в условиях труда, не отвечающих принятым нормам;
- разность между индексами выпуска промышленной продукции и выбросами вредных веществ (показатель даёт возможность оценить технологический прогресс в отношении ограничения загрязнения).

### Качество жизни

Ещё один аспект связан с возможностями имплементации рассмотренных методик для условий России. Экологические факторы являются важным индикатором качества жизни населения [*Prescott-Allen, 2001*].

**Индекс качества жизни** (The Quality of Life Index) – комбинированный показатель, который измеряет достижения стран мира и отдельных регионов с точки зрения их способности обеспечить своим жителям благополучную жизнь. Рассчитан по методике британского исследовательского центра The Economist Intelligence Unit<sup>1</sup> (аналитическое подразделение британского журнала Economist), основанной на комбинации статистических данных и результатов опросов общественного мнения из соответствующих стран. Исследование было начато в 2005 г. и охватило 111 государств, для которых на тот момент имелись достоверные статистические данные.

Индекс качества жизни измеряет результаты субъективной удовлетворённости жизнью граждан различных стран мира и соотносит их с объективными показателями социально-экономического благополучия жителей этих стран. Индекс составляется на основе статистического анализа девяти ключевых показателей, которые отражают различные аспекты качества жизни населения:

- здоровье;
- семейная жизнь;
- общественная жизнь;
- материальное благополучие;
- политическая стабильность и безопасность;
- климат и география;
- уровень занятости;
- политические и гражданские свободы;
- гендерное равенство.

По каждой группе показателей исследуемым странам выставляется оценка в баллах – от 1 до 10 (с использованием тысячных долей). Чем больше баллов, тем более высоко оценивается страна по данному критерию. При итоговом расчёте индекса показатели суммируются в соответствии с заданной шкалой взвешивания, которая определяется исследовательской группой после консультаций с экспертами, опрошенными в процессе исследования.

Более подробно рассмотрим методику расчёта **индекса качества жизни Numbeo**<sup>2</sup> – базы данных, созданной пользователями сайта путём ответа на предложенные вопросы, которые позволяют выяснить отношение людей к экологическим и другим проблемам и их восприятие некоторых показателей. Несмотря на то, что сведения, содержащиеся в базе Numbeo, не проходят верификацию, существенным достоинством индекса его разработчики считают независимость от государственных структур и организаций. Россия занимает в рейтинге Numbeo по загрязнению окружающей среды 52 место среди 108 оценённых стран. Для создания текущего индекса используются данные до 36-месячной давности. Полугодовой индекс пересчитывается дважды в год.

Индекс качества жизни Numbeo (Quality of Life Index) основан на 8 субиндексах, характеризующих различные стороны жизни населения:

- покупательская способность населения (Purchasing Power Index);
- безопасность (Safety Index);
- здравоохранение (Health Care Index);

---

<sup>1</sup> The Economist Intelligence Unit's quality-of-life index. Электронный ресурс: [https://www.economist.com/media/pdf/quality\\_of\\_life.pdf](https://www.economist.com/media/pdf/quality_of_life.pdf) (дата обращения 08.05.2021)

<sup>2</sup> Numbeo. Электронный ресурс <https://www.numbeo.com/quality-of-life/> (дата обращения 08.05.2021)

- стоимость жизни (Cost of Living Index);
- соотношение цен на недвижимость и доходов населения (Property Price to Income Ratio);
- транспортная загруженность (Traffic Commute Time Index);
- уровень загрязнения окружающей среды (Pollution Index);
- климат (Climate Index).

*Индекс покупательской способности населения* оценивает то, насколько комфортным является заработок населения и рассчитывается путём отношения средней заработной платы к суммарным тратам на еду, одежду, развлечения, коммунальные платежи, транспорт и аренду жилья.

*Индекс безопасности* – оценка ощущения безопасности и защищённости людей в конкретном населённом пункте. Включает в себя опасения по поводу возможностей краж, взломов, этнических конфликтов, наркоторговли, коррупции и др. преступлений.

*Индекс здравоохранения* характеризует общее качество системы здравоохранения: специалистов, оборудования, персонала, врачей, стоимости лечения. Используется экспоненциальная шкала для акцентирования внимания на экстремальных значениях.

*Индекс стоимости жизни* показывает, сколько денег необходимо семье для комфортного проживания в данном городе. Сюда не включается арендная плата за жильё.

*Индекс цен на недвижимость* является основным показателем доступности покупки квартиры в собственность. Рассчитывается как отношение среднего дохода семьи к средней стоимости квартиры площадью в 90 м<sup>2</sup> и характеризует временной интервал, необходимый для накопления суммы, достаточной для приобретения квартиры.

*Индекс транспортной загруженности* – составной индекс времени, затраченного в транспорте из-за поездок на работу, неудовлетворённости транспортом, потребления CO<sub>2</sub> в трафике и общей эффективности транспортной системы.

*Индекс климата* показывает привлекательность климата в городах для проживания. В городах с наибольшим климатическим индексом наблюдаются умеренные температуры и низкая влажность, а также отсутствуют другие серьёзные погодные условия, которые вызывают недовольство людей.

*Индекс загрязнения* – это оценка общего загрязнения города. Наибольший вес придаётся загрязнению воздуха, чем загрязнению/доступности воды – двум основным факторам загрязнения. Небольшой вес придаётся другим видам загрязнения. Шкала оценки загрязнения окружающей среды использует экспоненциальную шкалу, чтобы показать очень высокие числа для очень загрязнённых городов и очень низкие числа для незагрязнённых городов.

Среди российских городов индекс качества жизни Numbeo рассчитан для 5 городов, из которых Нижний Новгород признан наиболее комфортным для проживания. В общемировом рейтинге он занял 109-е место из 226. Также индекс рассчитан для ещё четырёх российских городов: Санкт-Петербурга (182 место), Москвы (191 место), Екатеринбурга (199 место) и Новосибирска (206 место).

Индекс качества жизни Numbeo базируется на множестве показателей, данные по которым очень сложно собрать для городов России с небольшим населением. Кроме того, как было сказано выше, эти данные не проходят верификацию и фильтруются только с помощью статистических алгоритмов. В связи с этим актуальна задача адаптации методики Numbeo для целей оценки качества жизни городов России с использованием данных государственной статистики. Важным аспектом такой оценки является максимально возможное уменьшение числа используемых показателей при сохранении её комплексного характера.

Из 8 субиндексов, используемых в Numbeo, не все возможны к расчёту по данным государственной статистики РФ. Транспортная загруженность, хотя и является важным фактором

качества жизни населения, никак не учитывается в статистических формах. Для других факторов в статистических сборниках возможно найти хотя бы один показатель, отражающий их сущность.

Также можно наблюдать определённую взаимосвязь некоторых факторов, используемых для расчёта индекса Numbeo. Стоимость жизни, очевидно, в значительной степени определяет покупательскую способность населения, а использование взаимозависимых показателей снижает достоверность исследования. Таким образом, из 8 субиндексов актуальными к расчёту для городов России остаются 6:

*Уровень здравоохранения* в сборнике «Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов»<sup>1</sup> характеризует ряд показателей, наиболее репрезентативным из которых является «Численность врачей (на 10 000 человек населения)». (Показатель № 1).

*Безопасность* населения можно выразить через показатель «Число зарегистрированных преступлений», отнесённый к численности населения города. (Показатель № 2)<sup>1</sup>.

*Загрязнение окружающей среды* в городе можно выразить через показатель индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), рассчитываемого Главной геофизической лабораторией им. А.И. Воейкова<sup>2</sup>. Поскольку ИЗА для городов России приводится в качественном виде и включает в себя 4 градации, применяются балльные классификации для оценки загрязнения атмосферного воздуха. (Показатель № 3).

*Комфортность климатических условий* для проживания населения – сложный многопараметрический фактор. В силу того, что большая часть территории России находится в климатических зонах, характеризующихся частым повторением низких температур воздуха в зимний период, для оценки возможно использовать индексы холодового стресса, например индекс Wind Chill Temperature, характеризующий воздействие ветра и низких температур на человека (данные для расчёта – Росгидромет<sup>3</sup>). (Показатель № 4).

*Покупательская способность населения.* В официальных статистических показателях Российской Федерации (ЕМИСС)<sup>4</sup> присутствует показатель «Стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг» для регионов РФ, который можно со значительной достоверностью интерполировать на крупнейшие города данного региона. Здесь же присутствуют данные по показателю «Аренда однокомнатной квартиры у частных лиц, месяц», локализованные по городам России. Эти два показателя формируют расходную часть бюджета человека. В качестве доходной части можно принять показатель – «Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций», присутствующий в сборнике «Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов»<sup>1</sup>. Итоговый показатель рассчитывается как отношение средней заработной платы к сумме фиксированного набора потребительских товаров и услуг и стоимости аренды жилья. (Показатель № 5).

*Стоимость недвижимости* за квадратный метр площади также подвержена статистическому учёту, соответствующий показатель можно найти на портале ЕМИСС<sup>4</sup>. Итоговый показатель формируется как произведение стоимости квадратного метра жилья на показатель «Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного городского жителя» по отношению к средней заработной плате в городе. (Показатель № 6).

<sup>1</sup> Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. Электронный ресурс: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>2</sup> Главная геофизическая лаборатория им. А.И. Воейкова. Электронный ресурс: [http://voeikovmgo.ru/?option=com\\_content&view=article&id=681&Itemid=236&lang=ru](http://voeikovmgo.ru/?option=com_content&view=article&id=681&Itemid=236&lang=ru) (дата обращения 08.05.2021)

<sup>3</sup> Росгидромет. Специализированные массивы для климатических исследований. Электронный ресурс: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения 08.05.2021)

<sup>4</sup> Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Электронный ресурс: <https://fedstat.ru/> (дата обращения 08.05.2021)

Все данные получены за 2017 г. (для климатических условий – среднемноголетние). Выбрано 89 городов России, для которых нет разрывов в полученных данных и присутствуют все 6 оценочных показателей. Исходя из полученного набора показателей для исследования, был выбран алгоритм интегральной оценки, разработанный одним из авторов [Тикуннов, 1997]. Для оценивания важности факторов качества жизни населения было рассчитано 7 вариантов индекса: 1 – по всем шести показателям и 6 – по выборке из 5 показателей, с поочерёдным исключением каждого из них. В результате получена матрица значений 7 индексов для 89 городов России. Для данной матрицы были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между рангами городов для всех индексов попарно (табл. 8).

Табл. 8. Коэффициенты парной корреляции рангов городов в различных вариантах индекса качества жизни

Table 8. Correlation coefficients of different variants of city ranks in the life quality index

		Используемые показатели						
		1–6	2–6	1,3–6	1–2,4–6	1–3, 5–6	1–4,6	1–5
Используемые показатели	1–6	–	0,99	0,76	0,62	0,86	0,95	0,97
	2–6	0,99	–	0,72	0,60	0,85	0,94	0,97
	1,3–6	0,76	0,72	–	0,47	0,51	0,62	0,65
	1–2,4–6	0,62	0,60	0,47	–	0,36	0,47	0,52
	1–3, 5–6	0,86	0,85	0,51	0,36	–	0,95	0,93
	1–4,6	0,95	0,94	0,62	0,47	0,95	–	0,99
	1–5	0,97	0,97	0,65	0,52	0,93	0,99	–

Как видно из таблицы 8, исключение показателя № 1 из рассматриваемых практически ни на что не влияет, также значительная корреляция наблюдается между вариантами 1–4,6 и 1–5, что говорит о возможности использования лишь одного из этих показателей, т.к. они, вероятно, взаимосвязаны и их совместное рассмотрение необоснованно увеличивает их вес в итоговом индексе. Таким образом, из первоначальных 6 показателей для расчёта индекса качества жизни городов России целесообразно использовать 4: безопасность населения, загрязнение окружающей среды, климатические условия жизни и покупательскую способность населения.

В результате расчётов интегрального индекса качества жизни городов России по 4 показателям были получены следующие результаты (табл. 9).

Полученный рейтинг городов России практически совпадает с вариантом Numbeo за исключением того, что Москва находится в рейтинге выше Нижнего Новгорода. На карте индекса качества жизни городов России (рис. 4) заметна тенденция по увеличению качества жизни населения на юге России за счёт более благоприятного климата. Самые худшие города для проживания – сибирские, в них зачастую экологические условия неблагоприятны, а климат – суровый. В то же время многие северные и дальневосточные города располагаются в рейтинге в средней его части за счёт высоких заработных плат.



Табл. 9. Индекс качества жизни городов России  
Table 9. The life quality index of Russian cities

Город	Индекс качества жизни	Ранг	Город	Индекс качества жизни	Ранг	Город	Индекс качества жизни	Ранг
Кисловодск	0,555	1	Липецк	0,459	31	Бердск	0,375	61
Сочи	0,551	2	Оренбург	0,459	32	Магадан	0,374	62
Новомосковск	0,544	3	Кострома	0,458	33	Новочеркасск	0,371	63
Тула	0,537	4	Калуга	0,458	34	Томск	0,365	64
Белгород	0,530	5	Самара	0,454	35	Ижевск	0,360	65
Псков	0,525	6	Калининград	0,449	36	Бийск	0,357	66
Старый Оскол	0,524	7	Астрахань	0,447	37	Воронеж	0,351	67
Пенза	0,519	8	Омск	0,442	38	Пермь	0,348	68
Невинномысск	0,519	9	Петропавловск-Камчатский	0,439	39	Иваново	0,348	69
Москва	0,516	10	Петрозаводск	0,437	40	Новосибирск	0,345	70
Новочебоксарск	0,509	11	Краснодар	0,435	41	Ростов-на-Дону	0,336	71
Дзержинск	0,504	12	Тюмень	0,434	42	Великий Новгород	0,332	72
Орел	0,498	13	Киров	0,430	43	Хабаровск	0,330	73
Владимир	0,497	14	Ханты-Мансийск	0,430	44	Якутск	0,289	74
Набережные Челны	0,496	15	Нижекамск	0,429	45	Магнитогорск	0,283	75
Чебоксары	0,492	16	Саранск	0,423	46	Братск	0,271	76
Брянск	0,491	17	Уфа	0,423	47	Прокопьевск	0,266	77
Ставрополь	0,491	18	Череповец	0,420	48	Кемерово	0,255	78
Ярославль	0,488	19	Саратов	0,417	49	Абакан	0,253	79
Ульяновск	0,487	20	Рязань	0,417	50	Челябинск	0,244	80
Тверь	0,486	21	Нижевартовск	0,417	51	Новокузнецк	0,236	81
Смоленск	0,486	22	Тольятти	0,416	52	Красноярск	0,229	82
Северодвинск	0,478	23	Архангельск	0,416	53	Комсомольск-на-Амуре	0,226	83
Нижний Новгород	0,474	24	Вологда	0,412	54	Барнаул	0,224	84
Арзамас	0,474	25	Таганрог	0,409	55	Курган	0,218	85
Тамбов	0,469	26	Курск	0,403	56	Иркутск	0,212	86
Сургут	0,469	27	Сыктывкар	0,401	57	Благовещенск	0,170	87
Владикавказ	0,466	28	Волжский	0,395	58	Улан-Удэ	0,130	88
Санкт-Петербург	0,463	29	Казань	0,384	59	Чита	0,122	89
Волгоград	0,461	30	Владивосток	0,380	60			

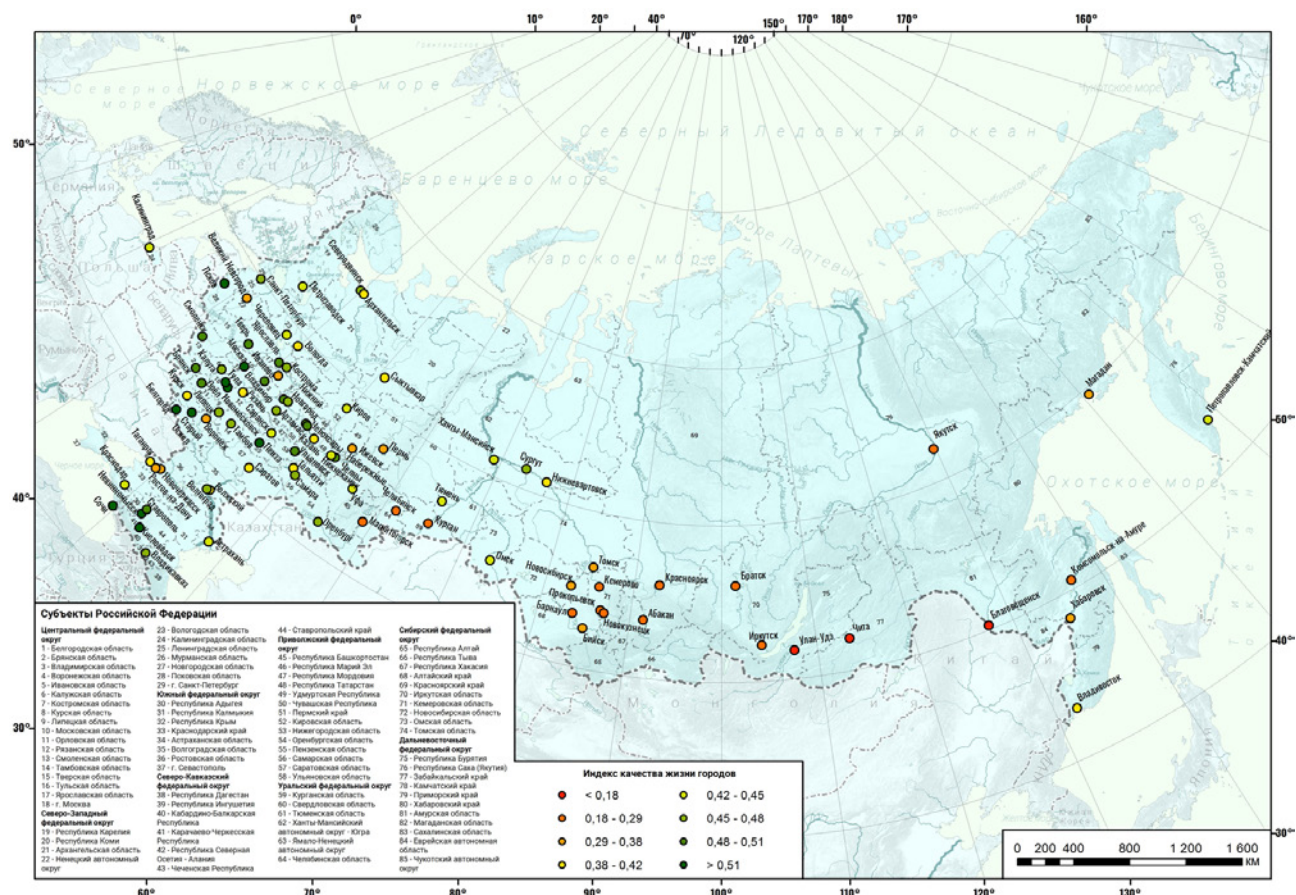


Рис. 4. Карта качества жизни городов России  
 Fig. 4. Map of the quality of life in Russian cities

## ВЫВОДЫ

Анализ применения методов индикации и разработки систем показателей экологического состояния приводит к следующим выводам:

В настоящее время сформулированы основные требования к показателям экологического состояния, что позволяет приблизиться к возможности их согласования на разных территориальных уровнях – от глобального до странового. Тем самым обеспечить возможность сопоставления экологического состояния стран, административных единиц внутри них.

Разносторонний опыт российских исследований в этом направлении показывает необходимость использования количественных показателей, способных обеспечить сопоставимую предварительную оценку (экспресс-оценку) субъектов РФ на национальном уровне.

В соответствии с требованиями к показателям экологического состояния и опытом их применения в качестве базовых, на национальном уровне можно использовать показатели загрязнения (атмосферы, рек, скопление твёрдых бытовых отходов, природоёмкость, площадь ООПТ).

Для повышения точности определения экологического состояния на региональном и муниципальных уровнях необходим переход на ландшафтный подход с соответствующим оформлением законодательства.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 20-47-01001).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The work was financially supported by the Russian Science Foundation (project No. 20-47-01001).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеева Н.Н., Миланова Е.В.* Глобальные рейтинги и прогнозы для оценки экологической ситуации России. Местное устойчивое развитие, 2017. Электронный ресурс: <http://fsdejournal.ru/node/605> (дата обращения 1.11.2020).
2. *Арустамов Э.А.* Рейтинги и критерии оценки экологического состояния городов и регионов России. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9. № 4. Электронный ресурс: <http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf> (дата обращения 1.11.2020).
3. *Белоусова А.П., Семашко Л.Ю.* Экологические аспекты устойчивого развития и индикаторы, его характеризующие. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. М.: ВИНТИ, 2004. Вып. 1. С. 2–20.
4. *Битюкова В.Р.* Принципы и методы комплексной оценки экологического состояния городской среды. Проблемы урбанизации на рубеже веков. Смоленск: Ойкумена, 2002. С. 189–198.
5. *Бобылев С.Н.* Учёт экологического фактора в системе индикаторов социально-экономического развития. Бюлл. «На пути к устойчивому развитию России», 2004. Вып. 29. С. 13–32.
6. *Бобылев С.Н.* Индикаторы устойчивого развития. Региональное измерение. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. 60 с.
7. *Булатов В.И., Игенбаева Н.О.* Разработка экологических индикаторов устойчивого развития на региональном уровне. Вестник Югорского государственного университета. 2008. Вып. 1 (8). С. 9–16.
8. *Бычкова С.Г.* Экологическая составляющая устойчивого развития: системы показателей, используемые в международной статистической практике. Вестник ГУУ, 2012. № 1. С. 10–14.
9. *Вайцзеккер Э., Харгроуз К., Смит М.* Фактор пять. Формула устойчивого роста: Доклад Римскому клубу. М.: АСТ-ПРЕССКНИГА, 2013. 68 с.
10. *Гридин В.Г., Чамкина Т.И.* Показатели устойчивого развития и оценка с их помощью состояния окружающей среды Кузбасса. ГИАБ, 2007. № 12. Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-ustoychivogo-razvitiya-i-otsenka-s-ih-pomoschyu-sostoyaniya-okruzhayuschey-sredy-kuzbassa> (дата обращения 30.10.2020).
11. *Дьяконов К.Н.* Ландшафтная политика в современном обществе. Тр. XII съезда РГО. Т. 1. СПб. 2005. С. 105–106.
12. *Елин О.Ю.* Интегральная оценка экологического состояния территории Красноярского Причулымья. Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, 2013. № 3 (25). С. 222–229.
13. *Латынина Ю.Л.* Новая газета от 13.10. 2019.
14. *Покровский С.Г.* Состояние геосистем и устойчивость регионального развития. Вестник МГУ. Сер. География, 2001. № 1. С. 11–14.
15. *Сегал А.М., Арустамов Э.А., Балакин В.А.* Оценка экологического состояния территории и мониторинг окружающей среды с использованием ГИС-технологий. Вестник Евразийской науки. 2018. № 2. С.43.
16. *Тарасова Н.П., Кручина Е.Б.* Индексы и индикаторы устойчивого развития. Материалы международной конференции «Устойчивое развитие: природа – общество – человек». М., 2006. Т. 1. С. 127–144.

17. *Тикунов В.С.* Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.
18. *Тикунов В.С., Ватлина Т.В.* Экологическая оценка территорий на примере муниципальных образований Смоленской области. ИнтерКарто. ИнтерГИС. М.: Издательский дом МГУ, 2020. Т. 26. № 1. С. 12-21 DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-12-21.
19. *Тишков А.А.* Обеспечение устойчивости окружающей среды. М., 2004. 158 с.
20. *Цугленок Н.В., Гаврилова О.Ю., Васильев Е.П., Ивченко В.К.* Экологическое состояние окружающей среды с позиций его устойчивого развития на территории Красноярского края. Вестник КрасГАУ, 2012. № 5. С. 56–61.
21. *Чмыхалова С.В., Сибатуллин С.С.* Анализ показателей экологического состояния окружающей среды (на примере Республики Башкортостан). Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 4. С. 119–127.
22. Экология человека: Основные проблемы. М.: Наука, 1988. 212 с.
23. *Adriaanse A.* Environmental Policy Performance Indicators: A Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands. 1993. 175 p.
24. *Alcamo J., Leonard S.A.* 21 Issues for the 21<sup>st</sup> Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues. UNEP, 2012.
25. *Esty D., Srebotnjak T., Goodall M.* The Environmental Sustainability Index, 2005. Электронный ресурс: [http://www.yale.edu/esi/ESI2005\\_Main\\_Report.pdf](http://www.yale.edu/esi/ESI2005_Main_Report.pdf) (дата обращения 30.03.2020).
26. *Hsu A., Johnson L., Lloyd A.* Measuring Progress: A Practical Guide from the Developers of the Environmental Performance Index (EPI). New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013. Электронный ресурс: <http://epi.yale.edu> (дата обращения 30.07.2020).
27. *Hsu A. et. al.* Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale University, 2016. Электронный ресурс: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19868.90249> (дата обращения 10.11. 2019).
28. *Goedkoop M. and Spriensma R.* The Eco-Indicator'99. A Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report. 3rd Edition, PRé Consultants, Amersfoort. Netherlands, 2001.
29. *Niemi G., McDonald M.* Application of Ecological Indicators, Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2004. V. 35. P. 89–111.
30. *Prescott-Allen R.* The wellbeing of nations : a country-by-country index of quality of life and the environment. First edition. Publisher: Island Press, 2001. 219 p.
31. *Puolamaa M., Kaplas M., Reinikainen T.* Index of Environmental Friendliness. A Methodical Study. Helsinki: Eurostat, 1996.
32. *William E., Levine R. and Roodman D.* Aid, Policies, and Growth: Comment. American Economic Review, 2004. 94 (3). P. 774–780. DOI: 10.1257/0002828041464560.

## REFERENCES

1. *Adriaanse A.* Environmental Policy Performance Indicators: A Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands, 1993. 175 p.
2. *Alcamo J., Leonard S.A.* 21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues. UNEP, 2012.
3. *Alekseeva N.N., Milanova E.V.* Global ratings and forecasts for assessing the environmental situation in Russia. Local sustainable development, 2017. Electronic resource: <http://fsdejournal.ru/node/605> (дата обращения 1.11.2020).
4. *Arustamov E.A.* Ratings and criteria for assessing the ecological state of cities and regions of Russia. Online magazine "SCIENCE". 2017.V. 9. No. 4. Electronic resource: <http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf> (дата обращения 1.11.2020).
5. *Belousova A.P., Semashko L.U.* Environmental aspects of sustainable development and indicators that characterize it. Environmental and natural resource issues. Moscow: VINITI, 2004. V. 1. P. 2–20. (in Russian).

6. *Bityukova V.R.* Principles and methods of comprehensive assessment of the ecological state of the urban environment. Urbanization problems at the turn of the century. Smolensk: Oykumena, 2002. P. 189–198. (in Russian).
7. *Bobylev S.N.* Consideration of the environmental factor in the system of indicators of socio-economic development. Bulletin «On the way to sustainable development of Russia», 2004. V. 29. P. 13–32. (in Russian).
8. *Bobylev S.N.* Sustainable development indicators. Regional dimension. Moscow: Acropol, CEP, 2007. 60 p. (in Russian).
9. *Bulatov V.I., Igenbayeva N.O.* Development of environmental indicators of sustainable development at the regional level. Bulletin of Ugra State University. 2008. V. 1 (8). P. 9–16. (in Russian).
10. *Bychkova S.G.* Environmental component of sustainable development: systems of indicators used in international statistical practice. GUU Bulletin. 2012. No. 1. P. 10–14. (in Russian).
11. *Chmykhalova S.V., Sibagatullina S.S.* Analysis of indicators of the ecological state of the environment (on the example of the Republic of Bashkortostan). Mining information and analytical bulletin. 2018. No. 4. P. 119–127. (in Russian).
12. *Dyakonov K.N.* Landscape policy in modern society. Tr. XII Congress of the Russian Geographical Society. Proceedings 1. Saint Petersburg, 2005. P. 105–106. (in Russian).
13. *Elin O.Y.* Integral assessment of the ecological state of the territory of the Krasnoyarsk Prichulym region. Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University. 2013. No. 3 (25). P. 222–229. (in Russian).
14. *Esty D., Srebotnjak T., Goodall M.* The Environmental Sustainability Index, 2005. Электронный ресурс: [http://www.yale.edu/esi/ESI2005\\_Main\\_Report.pdf](http://www.yale.edu/esi/ESI2005_Main_Report.pdf) (дата обращения 30.03.2020).
15. *Goedkoop M. and Spriensma R.* The Eco-Indicator'99. A Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report. 3rd Edition, PRé Consultants, Amersfoort. Netherlands, 2001.
16. *Gridin V.G., Chamkina T.I.* Indicators of sustainable development and their assessment of the state of the environment of Kuzbass. GIAB, 2007. No. 12. Electronic resource: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-ustoychivogo-razvitiya-i-otsenka-s-ih-pomoschyu-sostoyaniya-okruzhayuschey-sredy-kuzbassa> (дата обращения 30.10.2020).
17. *Hsu A., Johnson L., Lloyd A.* Measuring Progress: A Practical Guide from the Developers of the Environmental Performance Index (EPI). New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013. Электронный ресурс: <http://epi.yale.edu> (дата обращения 30.07.2020).
18. *Hsu A. et al.* Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale University, 2016. Электронный ресурс: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19868.90249> (дата обращения 10.11. 2019).
19. Human Ecology: Major Problems. Moscow: Nauka, 1988. 212 p. (in Russian).
20. *Latynina Yu.L.* New newspaper from 13.10. 2019. (in Russian).
21. *Niemi G., McDonald M.* Application of Ecological Indicators, Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2004. V. 35. P. 89–111.
22. *Pokrovsky S.G.* State of state systems and sustainability of regional development. MSU Bulletin. Ser. Geography. 2001. No. 1. P. 11–14. (in Russian).
23. *Prescott-Allen R.* The wellbeing of nations: a country-by-country index of quality of life and the environment. First edition. Publisher: Island Press, 2001. 219 p.
24. *Puolamaa M., Kaplas M., Reinikainen T.* Index of Environmental Friendliness. A Methodical Study. Helsinki: Eurostat, 1996.
25. *Segal A.M., Arustamov E.A., Balakin V.A.* Assessment of the ecological state of the territory and monitoring of the environment using GIS technologies. Bulletin of Eurasian Science, 2018. No. 2. P. 43. (in Russian).
26. *Tarasova N.P., Kruchina E.B.* Indices and indicators of sustainable development. Materials of the international conference "Sustainable Development: Nature – Society – Human". Moscow, 2006. V. 1. P. 127–144. (in Russian).

27. *Tikunov V.S.* Classifications in Geography: Renaissance or Fading? (Experience of formal classifications). Moscow–Smolensk: SGU, 1997. 367 p. (in Russian).
  28. *Tikunov V.S., Vatlina T.V.* Environmental assessment of territories on the example of municipalities of the Smolensk region. InterCarto. InterGIS. Moscow: MSU Publishing House, 2020.V. 26. No. 1. P. 12–21. DOI: 10.35595 / 2414-9179-2020-1-26-12-21.
  29. *Tishkov A.A.* Ensuring the sustainability of the environment. Moscow, 2004. 158 p. (in Russian).
  30. *Tsuglenok N.V., Gavrilova O.U., Vasilyev E.P., Ivchenko V.K.* Ecological state of the environment from the standpoint of its sustainable development on the territory of the Krasnoyarsk Territory. KrasGAU Bulletin, 2012. No. 5. P. 56–61. (in Russian).
  31. *Vaitszekker E., Khargrouz K., Smit M.* Factor five. Formula for Sustainable Growth: Report to the Club of Rome. Moscow: AST-PRESSKNIGA, 2013. 68 p. (in Russian).
  32. *William E., Levine R. and Roodman D.* Aid, Policies, and Growth: Comment. American Economic Review. 2004. 94 (3). P. 774–780. DOI: 10.1257/0002828041464560.
-