

504.06

С. Ф. Табаров

## **Методология отбора экологических показателей для оценки качества окружающей среды в регионах РФ**

ФГБОУ ВО «Университет «Дубна», г. Дубна, Московская область, Российская Федерация  
e-mail: safar.tabarov.63@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены экологические показатели, которые дают характеристику состояния окружающей среды в регионах России, а также определены основные требования их отбора. Предложены экологические системы, по которым необходимо производить анализ состояния экологической ниши, а также, происходит определение основных индикаторов качества окружающей среды. Результаты исследования позволят идентифицировать ведущие факторы риска для населения в конкретных регионах, тенденции изменения благосостояния окружающей среды, а также ранжировать территории по степени риска.

**Ключевые слова:** окружающая среда, экологические индикаторы, индекс, регионы РФ, система мониторинга.

### **Введение**

На пороге нового тысячелетия человечество с особой остротой столкнулось с необходимостью извлекать требуемые знания из огромного числа уже известных фактов и данных, измеренных приборно-аппаратными методами, для их последующего применения на практике и использования в продвижении самой науки. Иначе говоря, извлечение новых знаний из полученных данных, их анализ и последующая интеграция — проблема номер один, стоящая, прежде всего перед учёными, работающими в самых разнообразных областях

Наука о качестве окружающей среды пока только формируется. На сегодняшний день отсутствует согласие и в понятийном аппарате, и в терминологии, а также в понимании того, как надо управлять, чтобы качество окружающей среды, по крайней мере, не ухудшалось. Из вышесказанного следует настоятельная необходимость разработки и поиска новых показателей качества окружающей среды и ее главных компонентов и соответственно — модернизации и пополнения банка данных для ГИС новыми показателями качества, более адекватно описывающими состояние окружающей среды.

### **Постановка проблемы**

Экологические проблемы России мало чем отличаются от проблем других стран и государств. Они возникают повсеместно и, как правило, в связи с усиливающимся воздействием человека на природу. Это влияние становится все более агрессивным. А с развитием научно-технического прогресса, внедрения новых технологий последствия этого воздействия становятся менее предсказуемыми и более катастрофическими.

На современном этапе развития общества острым вопросом встал экономический и экологический вопрос. Развивается производственный сектор, вместе с этим развиваются технологии, и способы производства. Не всегда такие технологии несут благоприятное влияние на экологию. Зачастую это превращается в экологическую катастрофу [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Основываясь на многочисленных данных состояния экологической обстановки в России очевидна необходимость в разработке методологии анализа и контроля экологической ниши. Кризисное состояние окружающей среды на территории России, особенно наиболее заселённой ее части, казалось бы, должно встревожить общественность, природоохранные органы, властные структуры. Недооценка важности экологических проблем может обернуться их непреодолимостью. Возрастает риск для жизни, здоровья и продолжительности жизни людей [8].

Сложившаяся в мире сложная кризисная ситуация ставит перед научным сообществом задачу разработки теоретических и методологических положений и моделей, которые были бы адекватны для описания природных систем, и при этом были бы в достаточной степени применимы для оценки социально-экономических процессов [6].

Качество окружающей среды является одним из компонентов качества жизни населения, анализу этого вопроса посвящены многие работы [2, 3, 4, 5]. Качество жизни является одним из самых важных индикаторов устойчивого развития населения. В свою очередь в современных реалиях важнейшим индикатором качества жизни является экологический показатель.

Анализ существующих методик по оценке качества жизни в РФ позволяет установить, что при расчётах качества жизни населения, влияние окружающей среды рассматривают с учётом малого количества индикаторов, что не даёт полной картины значимости окружающей среды в жизни населения.

### **Требования к выбору показателей для характеристики состояния окружающей среды**

Перед тем, как выполнить отбор показателей необходимо ознакомиться ближе с понятием индикатор и индекс, которые зачастую путают.

Под индикаторами понимается числовое значение выбранной величины, мера свойства или мера параметра характеристики процесса для определенной точки на фазовой траектории, соответствующей определенному значению вектора состояния. Индекс интерпретируется не как цель, которая должна быть достигнута, а как мера отклонения от уровня, принятого за базовый. Предлагаемая интерпретация индекса содержит тот факт, что индекс даже в самом простом случае не может быть построен из одного единственного значения, поскольку любое отклонение представляет собой разницу, которая может быть сформирована, по меньшей мере, из двух переменных. Итак, индекс — это значение, построенное из индикаторов. Другими словами, индикаторы — это те «элементарные» строительные блоки, из которых формируются индексы и, в частности, индексы экодинамики.

Суть предлагаемого подхода к обоснованию и отбору новых показателей качества окружающей среды заключается в том, что такие показатели должны,

прежде всего, соответствовать критериям отбора, а именно:

1. По чувствительности.
2. По научной обоснованности.
3. По способности к агрегативности.
4. По простоте интерпретации.

Исходя из вышеперечисленного, можно составить список критериев и правил, по которым необходимо производить отбор показателей и изначальных статистических данных для системы экологического мониторинга. Для такой системы необходимо:

1. Использовать индикаторы, которые в полной мере будут описывать экологическую систему.
2. Для каждой экологической системы использовать несколько индикаторов, которые в свою очередь будут объединяться в итоговый интегральный индекс качества окружающей среды.
3. Использовать данные только из проверенных источников.
4. Выбирать индикаторы, которые легко интерпретировать.
5. Выбирать ряд параметров, которые отвечают требованиям доступности, измеримости, соответствия, достаточности, сложности, надёжности и сопоставимости.
6. Избегать включения показателей, между которыми существует линейная зависимость, то есть имеющих наибольшую степень близости взаимосвязи.

Международные организации, разрабатывающие рекомендации о представлении агрегированной информации в системах принятия решений предлагают схему преобразования информации в новые качественные показатели, в частности, на основе индикаторов и индексов, известных как "информационная пирамида". В случае системы мониторинга качества окружающей среды, данная пирамида будет иметь вид, представленный на рисунке 1.



**Рис. 1.** Информационная пирамида расчёта качества окружающей среды  
*Составлено автором*

### Отбор экологических показателей

Удачно найденные индикаторы состояния окружающей среды позволят перейти к разработке системы моделей с целью создания унифицированного методического аппарата, позволяющего математически обработать и получить компактную и генерализованную информацию о состоянии и качестве окружающей среды, доведённую до числовых значений и удобную для графической и картографической визуализации, пригодную для передачи в систему поддержки принятия решений.

В статье предлагается одна из методик отбора экологических показателей и индикаторов. Для каждой экологической системы предлагается использовать несколько индикаторов, которые в свою очередь будут объединяться в итоговый индекс качества окружающей среды, а индикатор будет состоять из количественных показателей той или иной экологической категории (рис. 2).

Экологическая система	Индикаторы воздействия	Индикаторы состояния	Индикаторы отклика
Вода	Промышленный и муниципальный сброс загрязнений на душу населения Бытовое потребление воды на 1 чел. (м <sup>3</sup> )	Концентрации, приводящие воду в непригодное состояние (мг/л) Концентрации кадмия и других металлов	Загрязнение воды (%)
Земля	Используемые земли (км <sup>2</sup> ) Количество продукции, выращиваемой на душу населения Затапливаемые и частично затапливаемые земли (км <sup>2</sup> ) Использование удобрений (т) Использование пестицидов (т/км <sup>3</sup> )	Засоление почв (км <sup>2</sup> ) Земли, подверженные сертификации (км <sup>2</sup> )	Защищаемые территории в % от полной территории Площади земель, вновь введённые в оборот (км <sup>2</sup> )
Природные экосистемы	Площадь обезлесивания (км <sup>2</sup> ) Загрязнение водоёмов, атмосферы и почв	Изменение биомассы (%) Площадь лесов (км <sup>2</sup> ) Сокращение числа видов животных (ед.)	Восстановленные леса (км <sup>2</sup> ) Увеличение популяций (ед.) Защищаемые территории (% от общей территории)
Атмосфера	Эмиссия CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> Слежение за озоновым слоем	Измерение концентраций CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> на урбанизированных территориях (число частиц на миллион)	Уменьшение поступления загрязнений в атмосферу Понижение потребления озона (% в год) Понижение эмиссии CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> (% в год)
Отходы	Распределение отходов Производство промышленных и муниципальных отходов Производство опасных отходов	Площадь земель, занимаемых опасными отходами	Отношение возвращаемой части отходов (т/год)

Рис. 2. Предлагаемые экологические системы

Составлено автором

Представлен отбор экологических показателей, начиная с верхнего уровня иерархии, а именно экологических систем. Экологические системы, по которым предложено производить отбор показателей и, соответственно, оценку качества окружающей среды, представлены выше на рисунке 2. Индикаторами данных систем являются:

1. Категория окружающей среды – воздух. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – состояние воздушного бассейна.

2. Категория окружающей среды – вода. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – состояние водного бассейна.

3. Категория окружающей среды – земля. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – земельный фонд.

4. Категория окружающей среды – природная экосистема. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – состояние природных экосистем.

5. Категория окружающей среды – отходы производств. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – отходы производств и потребления.

Каждый из выбранных интегральных индикаторов разбивается на множество локальных показателей. Выбранные экологические показатели представлены на рисунке 3.

В конечном счёте иерархия системы оценки качества окружающей среды в регионах России будет иметь вид, представленный на рисунке 4.

Данная система показателей даст представление о состоянии окружающей среды в регионах России и может послужить информацией для реализации стратегии дальнейшего развития экологической ниши в стране. Базу данных необходимо будет расширять все новыми показателями, которые будут соответствовать требованиям, перечисленным выше. Разработанная база данных экологических показателей по регионам позволит перейти к расчёту интегральных индикаторов экологических категорий с применением методов нормирования и агрегирования, которые в свою очередь сформируют итоговый индекс состояния окружающей среды для региона.

Повышение значимости разработки методик мониторинга взаимосвязи окружающей среды и здоровья населения формирует концепцию повышения экологического образования населения, и как следствие более ответственному отношению к окружающей среде и личному здоровью [7].

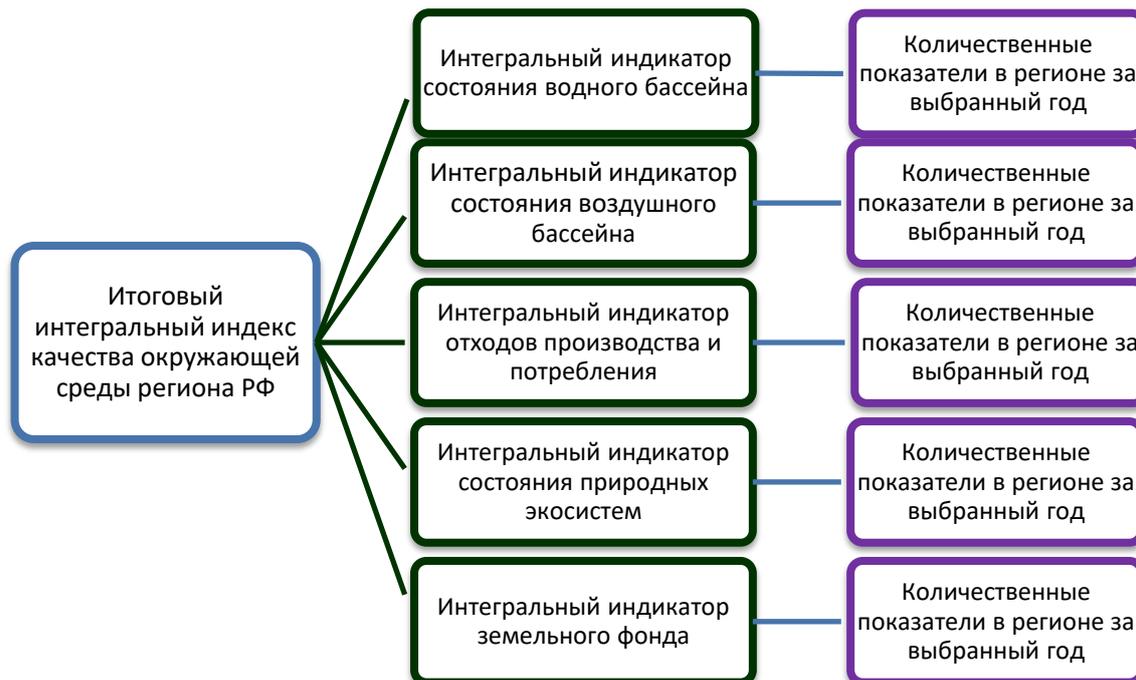
Необходимые количественные данные выбранных показателей можно получить из ежегодных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [1]. Именно с данных отчётов возможно получить необходимые подтверждённые данные о состоянии экологической обстановки в регионах России. К сожалению в докладах указана лишь статистическая информация, расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды в них не производится. Именно поэтому необходимо создать единую систему расчёта и контроля экологических показателей в стране.

Адекватная оценка качества окружающей среды является сложной задачей, что формирует потребность в разработке надёжных концепций. Дальнейшая методика приведения показателей в количественный итоговый индекс качества окружающей среды представлена в предыдущей работе – Разработка комплексной

модели для мониторинга и анализа состояния окружающей природной среды на примере субъектов РФ [7].

Наименование экологического индикатора	Единичный показатель	Оценка влияния экологического фактора
Состояние водного бассейна	Оборотное и повторно-последовательное водоснабжение	Данный фактор необходимо учитывать при анализе, ведь нарушения здоровья могут вызвать самые разные вещества, растворенные в воде. Через воду достаточно часто в организм человека попадают возбудители различных инфекций.
	Водоотведение	
	Сброс загрязнённой сточной воды, недостаточно очищенной	
	Сброс загрязнённой сточной воды без очистки	
Состояние воздушного бассейна	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	Также один из важнейших факторов влияния на здоровье человека. Приоритетными факторами риска продолжают оставаться пыль (взвешенные вещества), фтор и его соединения, аммиак, толуол и другие соединения.
	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	
Отходы производства и потребления	Образование отходов	Загрязнение окружающей среды бытовыми отходами влияет на человека через воздух, воду, пищу растительного происхождения, выросшей на отравленной мусором почве. Вместе с загрязняющими веществами часто в почву попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы.
	Утилизация отходов	
	Обезвреживание отходов	
	Хранение отходов	
	Захоронение отходов	
Состояние природных экосистем	Охранный статус популяции: вероятно, исчезнувшие	Ухудшение экологической обстановки на прямую отражается на изменение популяций различных видов животных, благодаря этим данным можно проанализировать изменения окружающей среды.
	Охранный статус популяции: находящиеся под угрозой	
	Охранный статус популяции: сокращающиеся в численности	
Земельный фонд	Земли лесного фонда	Анализ тенденций изменения в земельном фонде и водном фонде способствует прогнозированию экологической обстановки в регионе.
	Земли водного фонда	

Рис. 3. Выбранные экологические показатели  
Составлено автором



**Рис. 4.** Схема базы данных показателей для расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды в регионе

*Составлено автором*

### **Выводы**

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что разработка корректной системы мониторинга связана с интенсивным преобразованием природной среды человеческим обществом. Создание единой системы экологического мониторинга вызвано необходимостью перехода от отложенных экологических действий к принятию упреждающих решений, т.е. к превентивным и контрольным действиям. При разработке системы экологического мониторинга сразу же встаёт вопрос на основе каких показателей производить оценку окружающей среды. Этот этап ответственный, поскольку конечные результаты процесса мониторинга зависят от надёжности и точности исходных данных. Основным принципом организации комплексного мониторинга является учёт всех компонентов природной среды и взаимосвязей между ними, признание природных систем основными объектами природопользования.

Представленная система базовых показателей оценки качества окружающей среды в регионах Российской Федерации открыта для дальнейших изменений, в том числе уточнений и дополнений, с учётом непрерывного развития системы статистической отчётности в территориальном разрезе.

### **Литература**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

2. Айвазян С. А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях Рос. акад. наук, Центр. экон.-мат. ин-т. М.: ЦЭМИ РАН, 2000. 117 с.
3. Шамаева Е. Ф., Капков Р. Ю., Сурскова Е. С. Моделирование эколого-экономической ситуации в регионе на примере Федеральных округов России // Геоинформатика. 2021. № 4. С. 57-68.
4. Шамаева Е. Ф. О методических подходах к моделированию качества жизни // Уровень жизни населения регионов России. 2021. Т. 17. № 1. С. 87-101.
5. Головин А. А. Место и роль категории «качество жизни» в характеристике общества: исторический контекст и современное состояние // Уровень жизни населения регионов России. 2022. Т. 18. № 2. С. 259-271.
6. Табаров С. Ф. Экологический стресс и методология оценки его влияния на качество жизни населения России // Актуальные вопросы образования, науки и культуры в интересах устойчивого развития. Нижний Новгород: Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2022. С. 149-155.
7. Шамаева Е. Ф., Сурскова Е. С., Табаров С. Ф. Разработка комплексной модели для мониторинга и анализа состояния окружающей природной среды на примере субъектов РФ // Материалы Международной научно-практической конференции «Глобальные вызовы XXI века и окружающая среда», Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, 2021.
8. Табаров С. Ф. Информационно-статистический анализ и моделирование экологических параметров на примере субъектов РФ // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. Т. 17, вып. 2 (51) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3740>.
9. Быков М. А. Разработка элементов геоинформационной системы для решения задач управления отходами и вторичными ресурсами: постановка задачи и информационно-статистический анализ // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. Т. 17, вып. 2 (51). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3747>.

S. F. Tabarov

***Methodology for selecting environmental indicators for assessing the quality of the environment in the Russian Federation regions***

---

Dubna State University, Dubna, Moscow region, Russian Federation

*e-mail: safar.tabarov.63@mail.ru*

**Abstract.** *The article presents environmental indicators that characterize the state of the environment in the regions of Russia, as well as the main requirements for their selection. Estimated ecological systems are necessary for the production of an analysis of the state of the environment, as well as the determination of the main indicators of environmental quality. The results of the study of increasing the impact of risk factors*

*for the population in specific regions, changing changes in water consumption in the environment, as well as ranking the territory according to the degree of risk.*

**Keywords:** *environment, environmental indicators, index, Russian Federation regions, monitoring system.*

### **References**

1. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2018 godu». M.: Minprirody Rossii; NPP «Kadastr», 2019. 844 s. (in Russian).
2. Ajvazyan S. A. Integral'nye indikatory kachestva zhizni naseleniya: ih postroenie i ispol'zovanie v social'no-ekonomicheskom upravlenii i mezhhregional'nyh sopostavleniyah; Ros. akad. nauk, Centr. ekon.-mat. in-t. M.: CEMI RAN, 2000. 117 s (in Russian).
3. SHamaeva E. F., Kapkov R.YU., Surskova E. S. Modelirovanie ekologo-ekonomicheskoy situacii v regione na primere Federal'nyh okrugov // Geoinformatika. 2021. № 4. S. 57-68 (in Russian).
4. SHamaeva E. F. O metodicheskikh podhodah k modelirovaniyu kachestva zhizni // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. 2021. T. 17. № 1. S. 87-101 (in Russian).
5. Golovin A. A. Mesto i rol' kategorii «kachestvo zhizni» v harakteristike obshchestva: istoricheskij kontekst i sovremennoe sostoyanie // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. 2022. T. 18. № 2. S. 259-271 (in Russian).
6. Tabarov S. F. Ekologicheskij stress i metodologiya ocenki ego vliyaniya na kachestvo zhizni naseleniya Rossii // Aktual'nye voprosy obrazovaniya, nauki i kul'tury v interesah ustojchivogo razvitiya. Nizhnij Novgorod: Arzamas: Arzamas'skij filial NNGU, 2022. S. 149-155 (in Russian).
7. SHamaeva E. F., Surskova E. S., Tabarov S. F. Razrabotka kompleksnoj modeli dlya monitoringa i analiza sostoyaniya okruzhayushchej prirodnoj sredy na primere sub"ektov RF // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Global'nye vyzovy HKHI veka i okruzhayushchaya sreda», Kazahskij nacional'nyj universitet im. Al'-Farabi, 2021. (in Russian).
8. Tabarov S. F. Informacionno-statisticheskij analiz i modelirovanie ekologicheskikh parametrov na primere sub"ektov RF // Setevoe nauchnoe izdanie «Ustojchivoe innovacionnoe razvitie: proektirovanie i upravlenie». 2021. T. 17, vyp. 2 (51). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3740> (in Russian).
9. Bykov M. A. Razrabotka elementov geoinformacionnoj sistemy dlya resheniya zadach upravleniya othodami i vtorichnymi resursami: postanovka zadachi i informacionno-statisticheskij analiz // Setevoe nauchnoe izdanie «Ustojchivoe innovacionnoe razvitie: proektirovanie i upravlenie». 2021. T. 17, vyp. 2 (51). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3747> (in Russian).

*Поступила в редакцию 10.11.2022 г.*