

УДК 911.3
С. Ф. Табаров

Модель системы мониторинга и анализа состояния окружающей среды на примере субъектов РФ

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

Аннотация. В статье разработана универсальная модель мониторинга и анализа состояния окружающей среды субъектов Российской Федерации. В статье рассмотрены вопросы влияния окружающей среды на качество жизни населения, определены интегральные индикаторы, характеризующие качество окружающей среды в регионе, разработаны методы расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды, представлено обоснование методологии рейтинга для принятия управленческих решений по оптимизации деятельности органов власти по улучшению качества жизни населения. Объектом исследования является состояние окружающей среды в регионах РФ. Предмет исследования – мониторинг состояния окружающей среды субъектов РФ. Цель исследования предполагает повышение эффективности мониторинга состояния окружающей среды субъектов Российской Федерации.

Результаты исследования позволяют идентифицировать ведущие факторы риска для населения в конкретных регионах, тенденции изменения благосостояния окружающей среды, а также ранжировать территории по степени риска для здоровья населения, как в настоящее время, так и в перспективе с учётом вариаций развития промышленности, энергетики, транспорта и в целом планируемой хозяйственной деятельности в будущем.

Ключевые слова: качество жизни, окружающая среда, экологические индикаторы, регионы РФ, система мониторинга окружающей среды.

Введение

Развитие общества в современных условиях актуализирует проблему взаимосвязи между состоянием окружающей среды и качеством жизни. В настоящее время вызывает тревогу тот факт, что процесс модернизации науки и техники приводит к ухудшению состояния окружающей среды, что сказывается на качестве жизни населения. Такие обменные отношения между природными и человеческими системами устанавливают непрерывное взаимодействие, которое часто приводит к изменениям в обеих системах.

Актуальность проблемы анализа состояния окружающей среды в регионах РФ существенна, поскольку количественное их представление является целевыми функциями в управлении системами экологической ниши. В настоящее время существует небольшое количество работ, предлагающих и анализирующих методологии измерения качества окружающей среды. Но оценка в них происходит субъективно со стороны организаций, которым важен тот или иной единичный показатель качества окружающей среды.

Окружающая среда становится активным участником экономической политики. Наряду с уровнем доходов, занятостью населения и прочими

социальными аспектами, уровень жизни также характеризуется комфортностью и качеством окружающей среды, способностью вести достойную и благополучную жизнь. 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 о значимости окружающей среды в жизни населения [6, 7, 8]. Таким образом, задача разработки комплексной модели мониторинга и анализа состояния окружающей среды на примере субъектов РФ является наиболее актуальной.

Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной модели мониторинга окружающей среды в регионах РФ в период с 2010-2019 г., которая включает в себя базу статистических показателей и расчёт итогового интегрального индекса для региона, а также в визуализации данных с использованием ГИС. Полученные данные послужат базисом для последующего формирования экологической программы, включающей систему природоохранных мер по улучшению качества окружающей среды и проживания населения в регионах РФ. Кроме того, предлагаемый инструментарий может стать эффективным дополнением при мониторинге окружающей среды со стороны государства, повысить экологическую грамотность населения, дать возможность отслеживать тенденции развития экологической ниши в регионах.

Поиск новых путей экономического развития показывает, что качество жизни наилучшим образом отражает цели мирового общества, поскольку человечество находится на пороге перехода к новой цивилизации - "качественной цивилизации". Конкурентоспособность стран на мировом рынке стала проверяться фактором качества жизни. Анализируя определения качества жизни, сформулированные отечественными учёными А. И. Субетто, Н. С. Бондаревым, В. Н. Бобковым, П. Мстиславским, М. Б. Лигой, А. Г. Чупряковой, В. А. Шабашевым, Е. Ф. Шамаевой [7, 8] и др., становится ясно - несмотря на отсутствие единого мнения в понимании качества жизни, все они имеют такие компоненты, как материальные, социокультурные, экологические и демографические, а также систему духовных качеств.

В современной экономической теории качество жизни определяется как обобщающая социально-экономическая категория, включающая в себя уровень потребления материальных благ и услуг, а также удовлетворение духовных потребностей населения, продолжительность жизни, условия окружающей среды, морально-психологический климат и т. д. [1, 6, 7, 8].

Из всех перечисленных индикаторов качества жизни, в современных реалиях необходимо сконцентрировать больше внимания, на таком малозаметном индикаторе, как качество окружающей среды [6, 7, 8].

Развитие общества в современных условиях актуализирует проблематику взаимосвязи состояния окружающей среды и качества жизни населения. Влияние негативных факторов окружающей среды на здоровье человека являются одним из основных барьеров стабильного социально-экономического развития страны. При этом наибольший удар приходится на здоровье населения, характеризующее уровень жизни и развития общества [2, 6, 8].

Обращение к экологическому аспекту качества жизни обусловлено тем, что качество окружающей среды является не только предпосылкой повышения качества жизни, но и ее важнейшей составляющей. Актуальность изучения этого

вопроса связана с возрастающей важностью экологической безопасности, поскольку изменения окружающей среды могут повлиять на здоровье и средства к существованию, а иногда даже ограничить возможность выживания.

Перспектива развития общества определяется системой природопользования, которая лежит в основе всей стратегии взаимодействия человека с природой. Устойчивое развитие страны на прямую зависит от качества жизни населения, ведь качество жизни является одним из самых важных индикаторов устойчивого развития населения. В свою очередь в современных реалиях важнейшим индикатором качества жизни является экологический показатель. Таким образом, задача разработки комплексной модели мониторинга и анализа состояния окружающей среды на примере субъектов РФ является актуальной.

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.

Рейтинг самых экологически чистых стран мира ежегодно составляется Центром экологической политики и права при Йельском университете (Yale Center for Environmental Law and Policy). Исследование экологической эффективности измеряет достижения страны с точки зрения состояния экологии и управления природными ресурсами на основе 22 показателей в 10 категориях, которые отражают различные аспекты состояния окружающей среды и жизнеспособности её экологических систем, сохранение биологического разнообразия, противодействие изменению климата, состояние здоровья населения, практику экономической деятельности и степень ее нагрузки на окружающую среду, а также эффективность государственной политики в области экологии [3].

Согласно данной статистике, Россия в 2016 году занимала 32 место среди самых экологически чистых стран мира, что является достойным показателем. Но с каждым годом ситуация ухудшается и в 2020 году Россия переместилась на 58 место. Не будем забывать, что при составлении данной статистики учитывалось не только экологическое состояние окружающей среды, но и эффективность государственной политики в области экологии, следовательно в России за последние 4 года не произошло роста в модернизации мониторинга экологических факторов окружающей среды [7].

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что в России с каждым годом ухудшается состояние окружающей среды. Негативное антропогенное воздействие на окружающую среду и возникновение чрезвычайных ситуаций природного характера, ухудшающих экологическую обстановку, нельзя оставлять без внимания. Требуется постоянный мониторинг окружающей среды в целях обеспечения экологической безопасности, а, следовательно повышения качества жизни населения и устойчивого развития страны в целом.

Создание единой системы экологического мониторинга вызвано необходимостью перехода от отсроченных экологических действий к упреждающим решениям и действиям, то есть к мерам профилактики и контроля.

Материалы и методы

Для начала необходимо составить критерии и правила, которым будет соответствовать разработанная система. Проанализированы существующие и действующие на данный момент системы экологического мониторинга, такие как: ЕМИСС, ИАСЭМ, Информационная система в области экологического мониторинга "Prime Group" и "ОТОИЛ", Зелёный Патруль. На их основе составлены критерии и правила для разработанной системы.

Составлен список критериев и правил, по которым производится отбор показателей и изначальных статистических данных для системы экологического мониторинга окружающей среды. Для такой системы необходимо:

1. Использовать единую систему приёма, хранения и обработки статистической информации.
2. Использовать индикаторы, которые в полной мере будут описывать экологическую категорию.
3. Для каждой экологической категории использовалось несколько индикаторов, которые в свою очередь будут объединяться в итоговый индекс экологической категории (экологический индекс загрязнения атмосферы, индекс загрязнения воды и т.д.)
4. Использовать данные только из проверенных источников.
5. Выбрать индикаторы, которые легко интерпретировать.
6. Выбрать ряд параметров, которые отвечают требованиям доступности, измеримости, соответствия, достаточности, сложности, надёжности и сопоставимости.
7. Избегать включения показателей, между которыми существует линейная зависимость, то есть имеющих наибольшую степень близости взаимосвязи.

Для выбора необходимого метода обработки экологических индикаторов, можно выделить следующий ряд правил. Для системы расчёта качества окружающей среды, при выборе метода обработки данных необходимо:

1. Использовать рейтинговую систему оценки.
2. Применить сквозную методологию расчёта обобщающего индекса, основанного на комплексном учёте составляющих его индексов.
3. Постараться уменьшить субъективную оценку обрабатываемых данных.

Требования, которые необходимо учесть при интеграции полученных данных в ГИС:

1. Необходимо использовать общепринятую и распространённую систему ГИС.
2. Данные в ней должны быть максимально упрощены, для возможности понимания обычным пользователем.
3. Для удобства необходимо отражать уже итоговую информацию.

Создание единой базы данных экологических показателей является первым шагом при решении задач мониторинга окружающей среды. Разработанная база данных экологических показателей составлена с учётом всех преимуществ и недостатков ежегодных электронных докладов о состоянии окружающей среды в РФ, по данным Министерства природы России [4], а также выполнены требования к выбору экологических показателей.

Для создания максимально информативной базы данных экологических индикаторов помимо данных Министерства природы России использованы все нижеперечисленные источники:

1. Окружающая среда. Федеральная служба государственной статистики. Росстат [5].
2. Федеральная служба государственной статистики [6].
3. Иные источники (статьи, опросы, публикации).

После того, как выбран источник статистических данных, необходимо определить какие экологические индикаторы необходимо выбрать для дальнейшего анализа. Наличие большого объёма данных, учитываемых при оценке качества окружающей среды, с одной стороны, и ограниченные возможности для обобщения разнообразной информации, с другой, диктуют необходимость использования интегральных индикаторов качества окружающей среды. Основой статистической информационной системы являются показатели состояния окружающей среды и природопользования, которые в свою очередь формируют интегральный индикатор качества экологической категории. Особенно важными являются легко интерпретируемые индикаторы.

Важно отметить, что необходимо подходить с особой ответственностью к выбору изначальных данных [6, 8]. Ведь от их достоверности и качества зависит весь дальнейший анализ, поэтому решено в большей мере использовать государственные статистические данные о состоянии окружающей среды в регионах РФ.

В качестве категорий окружающей среды, состояние которых должно контролироваться на основе рекомендаций государственных статистических источников, предложены следующие:

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.

Для мониторинга окружающей среды на территории субъектов РФ отобраны основные экологические индикаторы, которые характеризуют отобранные выше экологические категории. Каждый из выбранных интегральных индикаторов разбивается на множество локальных показателей.

Экологические индикаторы и причины, по которым они отобраны, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Выбранные экологические индикаторы

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
	Водоотведение	
	Сброс загрязнённой сточной воды	

	недостаточно очищенной	вещества, растворенные в воде. Через воду достаточно часто в организм человека попадают возбудители различных инфекций.
	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 другие соединения.
	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	
Отходы производства и потребления	Утилизация 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.
	Обезвреживание отходов	
	Хранение отходов	
	Захоронение отходов	
Состояние природных экосистем	Виды животных, имеющие охранный статус: вероятно, исчезнувшие	Ухудшение экологической обстановки на прямую отражается на изменение популяций различных видов животных, благодаря этим данным можно проанализировать изменения окружающей среды.
	Виды животных, имеющие охранный статус: находящиеся под угрозой исчезновения	
	Виды животных, имеющие охранный статус: 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	

Составлено автором

Итоговый вид выбранных экологических индикаторов качества окружающей среды представлен на рисунке 1.

Составление базы экологических индикаторов происходило с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Данное программное

обеспечение выбрано из-за его огромного и в тоже время простого функционала. Ведь Microsoft Excel функциональная и полезная программа, представляющая собой готовую таблицу с опциями для автоматического заполнения, быстрого расчёта, построения графиков, так же она широко распространена и множество людей могут с ней взаимодействовать.

Показатели, характеризующие блок "Окружающая природная среда", выбранные переменные			
№	Наименование индикатора окружающей среды	Единичный показатель	Единица измерения
1	Состояние водного бассейна	Оборотное и повторно-последовательное водоснабжение	млн. м ³
		Водоотведение	млн. м ³
		Сброс загрязненной сточной воды недостаточно очищенной	млн. м ³
		Сброс загрязненной сточной воды без очистки	млн. м ³
2	Состояние воздушного бассейна	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	тыс.т
		Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	тыс.т
3	Отходы производства и потребления	Образование отходов	млн.т
		Утилизация отходов	млн.т
		Обезвреживание отходов	млн.т
		Хранение отходов	млн.т
		Захоронение отходов	млн.т
4	Состояние природных экосистем	Охранный статус: вероятно исчезающие	ед.
		Находящиеся под угрозой исчезновения	ед.
		Сокращающиеся в численности	ед.
5	Земельный фонд	Земли лесного фонда	тыс.га
		Земли водного фонда	тыс.га

Рис. 1. Экологические индикаторы субъектов РФ
Составлено автором

После выбора статистических источников данных и индикаторов, характеризующих качество окружающей среды регионов России, разработана единая база экологических индикаторов субъектов РФ. В базе данных собрана информация по всем 85 субъектам России. Для всех субъектов РФ отобраны данные для пяти экологических категорий, представленных выше, следовательно получилось такое же количество экологических индикаторов, которые включают ещё несколько единичных показателей. Таблицы содержат данные на период с 2010 по 2019 гг., итоговая база статистических данных экологических показателей

для региона представлена на рисунке 2. Также были собраны данные численности населения и площади территорий регионов РФ. Для удобства данные субъектов РФ собраны на отдельных листах Microsoft Excel. В итоге получилась обширная база данных, которая умещает в себе все необходимые показатели для оценки качества окружающей среды.

Показатели, характеризующие блок "Окружающая природная среда", выбранные переменные				Москва											
				Численные значения											
№	Наименование индикатора окружающей среды	Единичный показатель	Единица измерения	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
1	Состояние водного бассейна	Оборотное и повторно-последовательно водоснабжения	млн. м ³	5813,330	5813,330	5552,010	4615,330	4457,1							
		Водоотведения	млн. м ³	1306,030	1291,510	1316,900	1267,400	1228,3							
		Сброс загрязненной сточной воды недостаточно очищенной	млн. м ³	828,400	830,500	847,000	868,800	780,8							
2	Состояние воздушного бассейна	Сброс загрязненной сточной воды без очистки	млн. м ³	79,400	77,200	77,500	76,900	81,8							
		Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	тыс.т	62,900	61,200	71,600	66,000	67,7							
3	Отходы производства и потребления	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	тыс.т	890,500	913,800	923,800	929,900	929,3							
		Образование отходов	млн.т	2,139	2,397	4,773	6,260	5,47							
		Утилизация отходов	млн.т	0,761	0,831	1,285	2,104	1,18							
		Обезвреживание отходов	млн.т	1,184	0,763	0,867	0,754	0,38							
		Хранение отходов	млн.т	0,002	0,000	0,000	0,014	0,145	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000		
4	Состояние природных экосистем	Захоронение отходов	млн.т	3,604	2,387	2,454	1,810	0,001	0,008	0,000	0,000	0,004	3,820		
		Охраняемый статус, вероятно исчезающая	ед.	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		
		Находящиеся под угрозой исчезновения	ед.	127	127	127	127	128	128	128	128	128	128		
		Сокращающиеся в численности	ед.	207	207	207	207	168	168	168	168	168	180		
5	Земельный фонд	Земли лесного фонда	тыс.га	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
		Земли водного фонда	тыс.га	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		

Рис. 2. База данных статистических показателей регионов РФ
Составлено автором

По созданной базе экологических показателей можно получить полезную информацию, к примеру отследить тенденции развития по определенному показателю для региона РФ. Информация, которую можно получить имея только начальную базу экологических индикаторов представлена на рисунках 3 - 4 на примере Москвы.

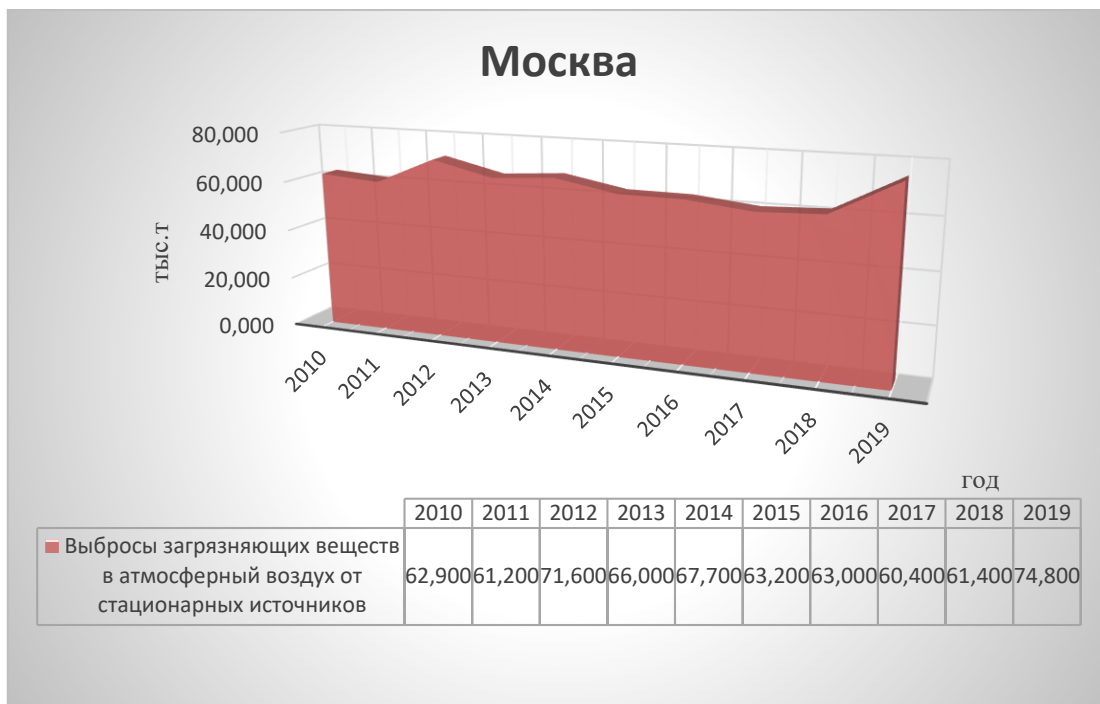


Рис. 3. Значение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Москве
Составлено автором

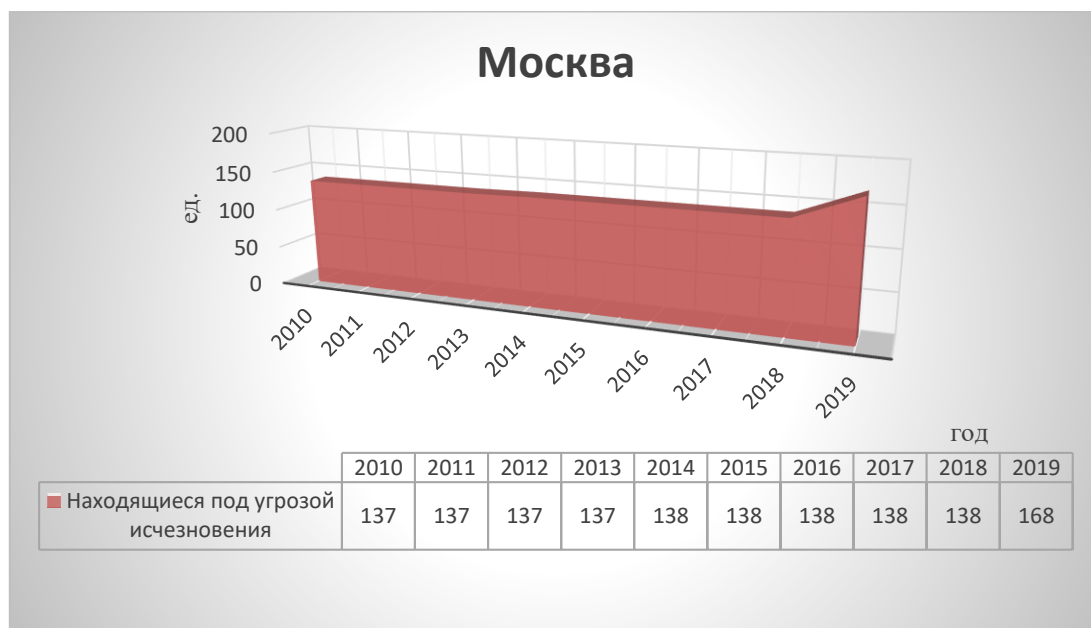


Рис. 4. Значение видов животных, находящихся под угрозой исчезновения в Москве
Составлено автором

Анализируя данные, представленные на рисунках 3-4, можно сделать вывод, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу растут с каждым годом, а количество видов, находящихся под угрозой исчезновения резко увеличилось за один год на 40 %.

База данных хранит в себе огромное количество информации, которую уже можно использовать для анализа состояния окружающей среды, но производить сравнение регионов между собой и рассчитать качество окружающей среды, опираясь только на статистические данные базы не является возможным. Важно отметить, что статистические данные были собраны вручную, что усложняет процесс обработки данных, но данная проблема легко решается если наладить взаимный обмен данными с государственными источниками.

После того, как собрана база данных статистических показателей, выполняется второй шаг разработки системы экологического мониторинга, а именно расчёт итогового индекса качества окружающей среды региона. Для удобства все дальнейшие расчёты интегральных показателей произведены в отдельном файле Microsoft Excel, что позволит не смешивать базу статистических данных и расчёт итогового индекса региона. В новом файле изначальные данные показателей окружающей среды были сгруппированы по отчётному году в период с 2010 по 2019 г., а не по региону, как это выполнено в изначальной базе показателей. Без такого рода группировки данных невозможно сравнить регионы между собой и дать количественную оценку экологической обстановки в РФ за определенный год.

Разработанная база данных по регионам позволяет перейти к расчёту интегральных индикаторов экологических категорий, которые в свою очередь формируют итоговый индекс состояния окружающей среды для региона.

Начальным этапом расчёта интегральных индикаторов по регионам, является приведение исходных данных к общему знаменателю. Данную процедуру необходимо выполнить, чтобы устранить различия регионов между собой по численности населения и площади территорий.

К общему знаменателю приведены индикаторы состояния водного и воздушного бассейна, а также отходов производств и потребления. С этой целью численное значение единичных показателей каждого региона разделено на количество населения, проживающего в регионе в рамках рассматриваемого года. Необходимо, чтобы во всех изменённых индикаторах была одинаковая размерность. Показатели состояния природных экосистем решено не приводить к общему знаменателю, а значения показателей земельного фонда рассчитывать в процентах от общей площади региона, файл расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды представлен на рисунке 5 (на рисунке представлена лишь часть рассчитанных данных, т.к расчёт производился по всем 85 субъектам РФ и по всем показателям).

SUBJ	Состояние водного бассейна				Состояние воздушного бассейна		Отходы производства и потребления				
	Оборотное и повторно-последовательное водоснабжение	Водотведение	Сброс загрязненной сточной воды недостаточно очищенной	Сброс сточной воды без очистки	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	Образование отходов	Утилизация отходов	Обезвреживание отходов	Хранение отходов	Захоронение отходов
	млн м ³ /тыс. чел	млн м ³ /тыс. чел	млн м ³ /тыс. чел	млн м ³ /тыс. чел	тыс. т/тыс. чел	тыс. т/тыс. чел	млн. т/тыс. чел	млн. т/тыс. чел	млн. т/тыс. чел	млн. т/тыс. чел	млн. т/тыс. чел
Волгоградская область	0,57648	0,07766	0,05102	0,02048	0,07714	0,08665	0,00031	0,00005	0,00001	0,00000	0,00026
Ростовская область	0,81036	0,33350	0,04884	0,01436	0,04112	0,09338	0,00006	0,00002	0,00000	0,00032	0,00000
Астраханская область	0,25819	0,27865	0,06812	0,00009	0,12366	0,09594	0,00027	0,00005	0,00008	0,00003	0,00031
Республика Калмыкия	0,00000	0,11228	0,00654	0,09446	0,01211	0,00927	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00015
Краснодарский край	0,28200	0,73360	0,02750	0,13744	0,02658	0,08994	0,00200	0,00110	0,00037	0,00016	0,00006
Республика Крым	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Республика Адыгея	0,06339	0,31548	0,06545	0,00000	0,00818	0,07977	0,00015	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000
г. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Владимирская область	0,17183	0,09188	0,08557	0,00430	0,02464	0,08140	0,00080	0,00055	0,00000	0,00000	0,00011
Рязанская область	1,64706	0,13085	0,07682	0,00078	0,11623	0,11563	0,00087	0,00045	0,00000	0,00005	0,00053
Брянская область	0,06225	0,06658	0,06094	0,00008	0,02745	0,06925	0,00066	0,00046	0,00001	0,00001	0,00027
Тамбовская область	0,20806	0,05622	0,01119	0,00073	0,04239	0,08716	0,00060	0,00016	0,00005	0,00007	0,00027
Орловская область	0,41101	0,07046	0,06196	0,00115	0,02901	0,09300	0,00091	0,00016	0,00001	0,00017	0,00041
Липецкая область	1,78491	0,08362	0,06843	0,00606	0,31365	0,10009	0,00182	0,00142	0,00002	0,00012	0,00031

Рис. 5. База данных расчёта интегральных индикаторов
Составлено автором

После того, как все данные приведены к общему виду, необходимо их нормировать, чтобы получить итоговой интегральный индикатор для экологической категории. Нормировка происходила в том же файле расчёта экологических индикаторов, только на следующем листе. Среди общепринятых методов нормировки выбран метод линейного масштабирования, основанный на определении референтных точек (максимальных и минимальных значений показателей) и показывающий реальное расположение показателя каждого конкретного региона относительно других. При наличии положительной связи показателя с качеством окружающей среды, расчёт производится по формуле:

$$I = \frac{(X_{\text{факт}} - X_{\text{min}})}{(X_{\text{max}} - X_{\text{min}})}, \quad (1)$$

Если связь отрицательна, то используется следующая формула:

$$I = 1 - \frac{(X_{\text{факт}} - X_{\text{min}})}{(X_{\text{max}} - X_{\text{min}})}, \quad (2)$$

где I – итоговое значение показателя, относительно других регионов

X_факт – количественное значение показателя для региона

X_(max,) X_(min{f0}) – соответственно максимальное и минимальное значение показателя из всей группы включённых в рассмотрение регионов.

Важно отметить, что поскольку этот метод не учитывает эталонное значение показателя, даже при наличии объективно неудовлетворительного значения этого показателя во всей исследуемой группе, некоторые регионы получат максимальную оценку, а некоторые - минимальную, что не соответствует действительности. Например, во всей рассматриваемой группе регионов объективно отрицательное количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, где-то оно выше, где-то ниже. Применяя этот метод нормирования, один из регионов получит максимальную оценку в 10 баллов (значение максимального и минимального баллов зависит от выбора исследователем балльной системы), что свидетельствует о том, что с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу в нем все в порядке. Другой регион имеет минимальный

балл, что свидетельствует о катастрофической ситуации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Хотя на самом деле и "регион-лидер", и "регион-аутсайдер" характеризуются наличием одинаково неблагоприятной ситуации по данному показателю. Данный минус выбранного метода устраняется изначальной базой экологических индикаторов, в которой представлены статистические значения, именно по ним можно определить состояние того или иного показателя относительно нормативов.

После нормирования данных происходит расчёт интегральных индикаторов для групп показателей по каждому региону, в итоге получаются следующие интегральные показатели пяти экологических категорий:

1. Интегральный индикатор состояния водного бассейна.
2. Интегральный индикатор состояния воздушного бассейна.
3. Интегральный индикатор отходов производства и потребления.
4. Интегральный индикатор состояние природных экосистем.
5. Интегральный индикатор земельного фонда.

Расчёт интегральных индикаторов для групп показателей производился с учётом метода агрегирования, а именно вычисление среднеарифметического значения всех нормированных показателей, которые берутся с равным весом, то есть признается равный приоритет всех компонентов. Расчёт интегральных индикаторов, по каждому региону представлен на рисунке 6. Регионы, не имеющие данных по какому-либо показателю в расчётах, не учитываются.

Интегральные индикаторы экологических категорий формируют итоговый интегральный индекс, который даёт количественную оценку качеству окружающей среды в регионе РФ. Интегральный индекс качества окружающей среды в рамках методики рассчитывается как сумма из интегральных индикаторов. Максимальное значение итогового индекса 5, минимальное 0. Сводная таблица итогового индекса качества окружающей среды региона представлен на рисунке 7.

№	SUBJ	Состояние водного бассейна				Интегральный индикатор состояния водного бассейна	Состояние воздушного бассейна		Интегральный индикатор состояния воздушного бассейна
		Оборотное и повторно-последовательное водоснабжение	Водоотведение	Сброс загрязненной сточной воды недостаточно очищенной	Сброс загрязненной сточной воды без очистки		Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	
1	Волгоградская область	0,03	0,02	0,85	0,87	0,44	0,99	0,82	0,91
2	Ростовская область	0,04	0,09	0,86	0,91	0,48	0,99	0,81	0,90
3	Астраханская область	0,01	0,07	0,80	1,00	0,47	0,98	0,80	0,89
4	Республика Калмыкия	0,00	0,03	0,98	0,42	0,36	1,00	1,00	1,00
5	Краснодарский край	0,01	0,20	0,92	0,16	0,32	1,00	0,81	0,91
6	Республика Крым								
7	Республика Адыгея	0,00	0,08	0,81	1,00	0,47	1,00	0,84	0,92
8	Республика Северная Осетия - Алания								
9	Владимирская область	0,01	0,02	0,75	0,97	0,44	1,00	0,83	0,92
10	Рязанская область	0,09	0,03	0,78	1,00	0,47	0,98	0,75	0,87
11	Брянская область	0,00	0,02	0,82	1,00	0,46	1,00	0,86	0,93
12	Тамбовская область	0,01	0,01	0,97	1,00	0,50	0,99	0,82	0,91
13	Орловская область	0,02	0,02	0,83	0,89	0,46	1,00	0,81	0,90
14	Липецкая область	0,09	0,02	0,80	0,96	0,47	0,95	0,79	0,87
15	Ярославская область	0,01	0,05	0,49	0,93	0,37	0,99	0,79	0,89
16	Воронежская область	0,07	0,03	0,84	1,00	0,48	1,00	0,79	0,89
17	Ивановская область	0,01	0,04	0,75	0,95	0,44	1,00	0,82	0,91
18	Велгородская область	0,05	0,02	0,86	1,00	0,48	0,99	0,83	0,91

Рис. 6. Нормирование данных и расчёт интегрального индикатора экологической категории

Составлено автором

Итоговая таблица с индексами			Интегральный показатель состояния водного бассейна	Интегральный показатель состояния воздушного бассейна	Интегральный показатель отхода производства и потребления	Интегральный показатель состояние природных экосистем	Интегральный показатель земельного фонда	Итоговый интегральный показатель по региону
№	SUBI	SUBI_ID						
1	Волгоградская область	34	0,46	0,94	0,20	0,91	0,14	2,65
2	Ростовская область	61	0,48	0,93	0,20	0,79	0,09	2,50
3	Астраханская область	30	0,46	0,90	0,20	0,92	0,31	2,80
4	Республика Калмыкия	8	0,32	0,94	0,20	0,89	0,03	2,38
5	Краснодарский край	23	0,28	0,94	0,20	0,60	0,23	2,26
6	Республика Адыгея	1	0,48	0,96	0,20	0,91	0,37	2,92
7	Владимирская область	33	0,44	0,96	0,20	0,89	0,28	2,77
8	Рязанская область	62	0,48	0,90	0,20	0,87	0,14	2,59
9	Брянская область	32	0,46	0,98	0,20	0,85	0,18	2,68
10	Тамбовская область	68	0,50	0,95	0,20	0,78	0,06	2,49
11	Липецкая область	48	0,47	0,90	0,20	0,69	0,05	2,32
12	Ярославская область	76	0,38	0,93	0,20	0,80	0,58	2,90
13	Ивановская область	37	0,44	0,94	0,20	0,88	0,32	2,78
14	Белгородская область	31	0,49	0,94	0,26	0,80	0,05	2,54
15	Курская область	46	0,55	0,97	0,23	0,77	0,04	2,57
16	г. Москва	77	0,45	0,96	0,20	0,61	0,00	2,23
17	Костромская область	44	0,65	0,94	0,20	0,91	0,36	3,06
18	Смоленская область	67	0,53	0,93	0,20	0,88	0,22	2,76
19	Тульская область	71	0,43	0,93	0,20	0,69	0,06	2,31
20	Калужская область	40	0,44	0,94	0,20	0,81	0,13	2,51
21	Тверская область	69	0,57	0,94	0,20	0,80	0,37	2,87
22	Московская область	50	0,40	0,93	0,20	0,59	0,23	2,34
23	Тюменская область без автономных округов	72	0,47	0,92	0,20	0,93	0,43	2,96
24	Свердловская область	66	0,42	0,91	0,21	0,97	0,38	2,89
25	Курганская область	45	0,47	0,94	0,20	0,85	0,15	2,61

Рис. 7. Сводная таблица экологических индикаторов
Составлено автором

После расчёта итоговых интегральных индексов качества окружающей среды в регионах составлен рейтинг регионов относительно друг друга за определенный отчётный год. Рейтинговый расчёт производится в том же файле, в котором происходит нормирование данных. Пример подобного рейтинга приведён на рисунке 8. В итоге получена единая база данных экологических показателей регионов РФ, отдельным файлом представлен расчёт итогового интегрального индекса качества окружающей среды за выбранный год. Важно отметить, что файл расчёта итогового индекса полностью автоматизирован, необходимо менять или дополнять лишь данные в изначальной базе статистических показателей, которые автоматически будут обновлены в базе расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды.

По итогам полученного рейтинга регионов можно определить регионы лидеры, которые занимали ведущие позиции на протяжении нескольких лет, такими стали:

1. Республика Карелия – занимала первое место на протяжении нескольких лет.
2. Ленинградская область – занимала практически всегда 2 место, а в 2019 году заняла первое.
3. Республика Бурятия – замыкает тройку лидеров, оставаясь на протяжении многих лет на третьем месте.

Но также имеется большое количество регионов, по которым данных либо не хватало, либо их было недостаточно. Таких регионов вышло 15, что является катастрофической цифрой и указывает на то, что экологический контроль и мониторинг в России ещё только развивается. И это лишь малая часть возможностей анализа полученных данных.

Предложенная в данной работе методика оценки качества окружающей среды в регионах РФ обеспечивает относительную независимость количественной оценки промежуточных сводных показателей, характеризующих отдельные компоненты качества окружающей среды, а также интегрального индекса, также

данных методика проста и легко интерпретируема. Исходные данные могут изменяться и дополняться, что даёт большой спектр для анализа тенденций развития, как региона в целом, так и его отдельных экологических индикаторов. Для удобства анализа и понимания выполнена визуализация данных с использованием геоинформационных технологий.

Наименование региона	Рейтинг за 2010 г.	Рейтинг за 2011 г.	Рейтинг за 2012 г.	Рейтинг за 2013 г.	Рейтинг за 2014 г.	Рейтинг за 2015 г.	Рейтинг за 2016 г.
Волгоградская область	49	48	50	36	48	50	24
Ростовская область	61	59	59	62	63	62	51
Астраханская область	23	26	26	24	25	25	16
Республика Калмыкия	59	65	67	68	60	61	43
Краснодарский край	69	69	72	72	66	66	66
Республика Крым	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Республика Адыгея	13	12	14	15	16	15	25
г. Севастополь	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Владимирская область	31	32	31	20	34	34	37
Рязанская область	51	53	56	54	55	56	47
Брянская область	44	45	46	48	44	46	39
Тамбовская область	63	61	65	66	65	65	59
Орловская область	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Липецкая область	67	67	71	71	69	70	69
Ярославская область	17	15	17	19	21	20	61
Воронежская область	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Ивановская область	29	30	30	32	32	30	40
Белгородская область	57	55	62	58	56	48	41
Курская область	56	54	57	56	57	57	29
г. Москва	70	70	73	73	72	71	70
Костромская область	7	6	7	6	6	5	8
Смоленская область	33	33	34	33	#Н/Д	32	23
Тульская область	68	68	70	70	70	69	68
Налужская область	60	58	61	63	62	63	60
Тверская область	21	17	22	17	22	22	30
Московская область	66	66	69	69	68	68	72
Ямало-Ненецкий автономный округ	4	#Н/Д	5	3	4	#Н/Д	3
Тюменская область без автономных округов	9	8	11	13	13	12	18
Свердловская область	14	16	16	10	19	19	1
Курганская область	54	51	53	57	51	53	33
Челябинская область	55	56	54	55	54	55	49
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	47	62	63	59	71	#Н/Д	74
Красноярский край	35	41	38	44	40	41	42
Омская область	52	50	50	50	49	49	50

Рис. 8. Итоговый рейтинг регионов по качеству окружающей среды в РФ
Составлено автором

Ввиду низкого уровня экологического сознания населения в России и недостаточного анализа влияния экологии на качество жизни населения со стороны государства, необходима система мониторинга экологических факторов качества жизни и оценка их влияния на примере субъектов Российской Федерации реализованная в ГИС. Данная задача осуществима с использованием геоинформационных технологий, а именно с помощью геоинформационной системы ГИС INTEGRO. В России существуют геоинформационные атласы, но они отслеживают лишь узкий спектр мониторинга – это смертность населения, площадь территорий, рождаемость и т.д. После создания единой базы данных, разработан геоинформационный атлас. Созданные в ходе проекта базы данных внесены в программное обеспечение. Но различные системы-ГИС имеют свой личный формат таблиц, которые они смогут прочесть. Изначальную таблицу рекомендуется создать в более свободном формате, представленным в данной методическом материале. Так как единого шаблона таблиц ГИС нет, проще всего создать базу изначально в формате, в котором более всего удобно, а потом уже скорректировать под программное обеспечение, в котором будет разработан электронный атлас. Так как была выбрана программа ГИС INTEGRO исходная таблица скорректирована под используемое программное обеспечение.

Осуществлена визуализация с использованием программных средств ГИС и составлено несколько сцен, а именно: статистических экологических показателей

регионов субъектов Российской Федерации, итоговых интегральных индексов регионов и рейтинга регионов. Стоит отметить, что особенностью выбранного программного обеспечения является, то, что ПО не различает значение показателя равное нулю и значение “нет данных”, что стоит учесть при составлении шкалы, которую необходимо начинать с 0,01. Визуализированный атлас на основе программного обеспечения ГИС INTEGRO представлен на рисунке 9.

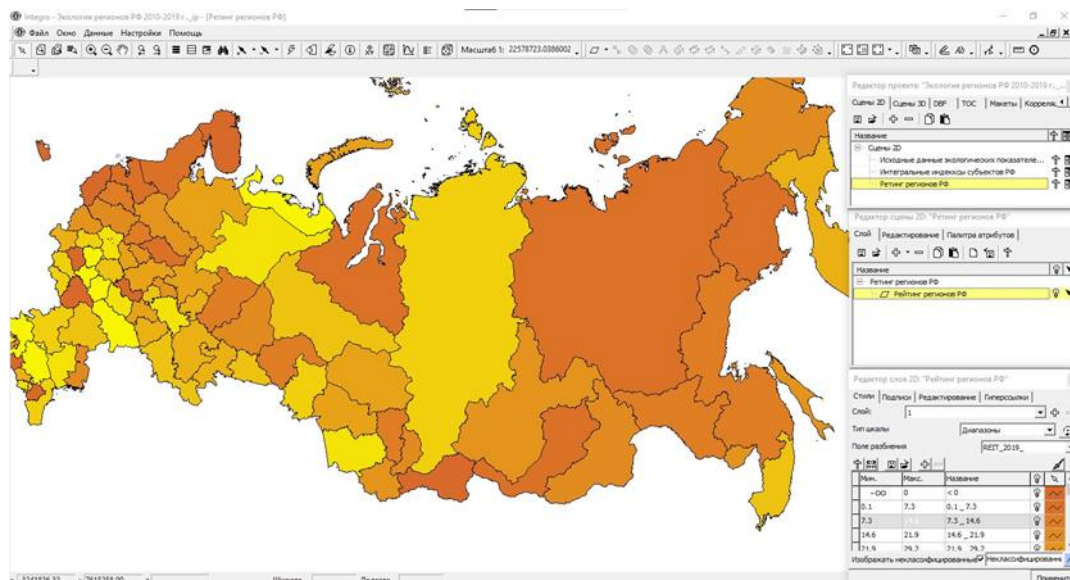


Рис. 9. Визуализированный атлас рассчитанных данных в ГИС INTEGRO
Составлен автором

Таким образом, можно сделать вывод, что общим для практически всех современных методик и алгоритмов является их индивидуальный характер: решение частной задачи, использование экспертных оценок, трудоёмкость получения необходимой информации, оценка одной составляющей экологической безопасности – окружающей среды, невозможность сквозной оценки социально-экономических систем различного уровня агрегирования. Вследствие этого результаты таких исследований, как правило, сложно проверить. Несмотря на сложности в разработке методики оценки качества окружающей среды, в данной работе были учтены все требования к разработке подобного рода систем.

Результаты и обсуждение

В статье разработана универсальная комплексная модель мониторинга состояния окружающей среды субъектов РФ. Происходит определение основных индикаторов качества окружающей среды, применяется методика расчёта интегрального индикатора качества окружающей среды. Статья посвящена поиску показателей, которые отражают экологические условия жизни и могут быть использованы в экономическом анализе. Результаты исследования позволяют идентифицировать ведущие факторы риска для населения в конкретных регионах, тенденции изменения благосостояния окружающей среды, а также ранжировать территории по степени риска для здоровья населения, как в настоящее время, так и в перспективе с учётом вариаций развития

промышленности, энергетики, транспорта и в целом планируемой хозяйственной деятельности в будущем.

Методология, предложенная в данной работе, позволяет получить корректные оценки уровня экологической безопасности для основных территориальных уровней государственного управления, становится возможным проводить сравнения не только по территориям, но и в динамике. Результаты исследования расширяют инструментальные и информационные возможности разработки адекватных стратегий управления экологической безопасностью как для отдельного территориального образования, так и для полугомогенных групп.

В итоге в данной статье, разработана модель мониторинга окружающей среды на примере субъектов РФ, она включает в себя: отдельным файлом базу статистических показателей для региона в период с 2010-2019 г., что позволяет оценить тенденции развития выбранной экологической группы или сравнить значения показателей в регионе с нормами (к примеру, с нормами ПДК). и т.д. Так же отдельным файлом база, в которой происходит расчёт интегральных индикаторов экологических групп, итогового индекса качества окружающей среды, а также составляется рейтинг регионов между собой в период с 2010-2019 г. На основе сформированных баз данных возможен анализ современного уровня влияния основных факторов окружающей среды на здоровье населения в регионах России, а также допустима идентификация в конкретных регионах с высокими факторами риска для населения, тенденций изменения благосостояния окружающей среды, ранжирования территории по степени риска здоровью населения.

В итоге получился геоинформационный атлас, в котором представлены данные по всем субъектам РФ, за 9 лет. В дальнейшем с полученным геоинформационным атласом и занесёнными в него базами данных можно производить различными манипуляции. Анализировать и выводить данные, строить зависимость и тенденции развития экологической обстановки и т.д.

К основным отличиям разработанной базы данных от уже существующих докладов Министерства природы России относятся:

1. Данные по всем регионам РФ собраны в едином файле.
2. Данные представлены в разрезе субъектов Российской Федерации в интервале 9 лет.
3. Имеется возможность отследить тенденции развития экологической обстановки в России.
4. Данные будут уточняться и дополняться с каждым годом.
5. Данные формируются в простой для понимания форме.

Так же полученная модель имеет ряд преимуществ над уже существующими система экологического мониторинга в России, сравнительный анализ представлен в таблице 2.

Таблица 2

Анализ систем экологического мониторинга в России

Целевое описание	Разработчик	Ограничения в существующих системах, которые учтены в разработанной модели мониторинга окружающей среды.
Единая межведомственная	Правительство Российской	1. Не предусмотрено прямое взаимодействие полученных

информационно-статистическая система (ЕМИСС)	Федерации	данных с системами ГИС. 2. Собраны только статистические данные, не производится анализ качества окружающей среды
Информационно-аналитическая система мониторинга окружающей среды (ИАСЭМ)	Аэрософт	1. Система разработана только для одного региона
Информационная система в области экологического мониторинга	"Prime Group" и "ОТОП"	1. Система находится на стадии разработки 2. Узкая направленность системы.
Зелёный Патруль	Общероссийская Общественная организация «Зелёный патруль»	1. Малое количество расчётов экологических индексов. 2. В общий доступ не представлены изначальные статистические данные

Составлена автором

Основными задачами, которые могут быть решены разработанной информационно-аналитической системой мониторинга являются:

Мониторинг и оценка изменений в составе, структуре, функционировании и динамике природных и природно-экономических систем.

Разработка средств и методов контроля качественных и количественных изменений окружающей среды во времени и пространстве.

Разработка общей для страны системы моделирования и на этой основе прогнозирования как инструмента изучения окружающей среды с целью ее рационального использования.

Разработка системы управления природными процессами в зависимости от степени антропогенной нагрузки на отдельные экосистемы.

В перспективе доработанная система будет выполнять следующие функции: оценка технологических процессов и природообразующих воздействий человека; сбор информация о состоянии окружающей среды, включая справочные и картографические данные; регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды; хранение, обработка (обобщение, систематизация) информации о состоянии окружающей среды; анализ полученной информации в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и (или) антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений; обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды.

Выводы

Внедрение новых методических подходов к оценке состояния окружающей среды в регионах России является важным условием для достижения высокого уровня и качества жизни населения. Это способствует эффективному

распределению средств на социально необходимые и экономически обоснованные цели, при этом повышает обоснованность принимаемых управленческих решений, формирует ответственность должностных лиц, что в конечном итоге является основой для достижения более высоких стандартов жизни в различных сферах жизнедеятельности. 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.

Данная работа необходима, ведь осуществляя мониторинг окружающей среды и её влияния на качество жизни человека, привлечёт внимание общественности, а также повысит грамотность населения в сфере экологии, что в свою очередь приведёт к более ответственному отношению населения к окружающей среде и личному здоровью.

Между тем научно обоснованную методологию комплексной оценки качества окружающей среды в регионах Российской Федерации следует рассматривать как эффективный инструмент выявления острых социальных проблем, определения приоритетных направлений, масштабов и механизмов государственной поддержки, направленных на выравнивание уровней и повышение качества жизни населения в регионах России. Данная методическая разработка направлена на формирование системы непрерывного мониторинга процессов в области качества окружающей среды.

Принятие новых методологических подходов к оценке эффективности государственного управления является важным условием достижения высокого уровня и качества жизни населения. Представленная система базовых показателей сравнительной 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. Зеляк Е. Ф., Богданова М. С., Путинцева К. А. Теоретические аспекты понятия качества жизни населения // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2018. №7. С. 38-45.
2. 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>.
3. Environmental Performance Index 2020: Yale Center for Environmental Law and Policy [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nonews.co/wp-content/uploads/2020/08/epi2020.pdf>.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

5. Окружающая среда. Федеральная служба государственной статистики. Росстат: официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>.
6. Земельные ресурсы и охрана окружающей природной среды. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России. Социально-экономические показатели 2020 г.: официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm.
7. Шамаева Е. Ф. О методических подходах к моделированию качества жизни // Уровень жизни населения регионов России. 2021. Т. 17. № 1. С. 87-101.
8. 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.
9. Шамаева Е. Ф. Факторы экологической компоненты качества жизни населения // Уровень жизни населения регионов России. 2020. Т. 16. № 4. С. 105-118.

S. F. Tabarov

Model of the system of monitoring and analysis of the state of the environment on the example of the subjects of the Russian Federation

Dubna State University, Dubna, Moscow region,
Russian Federation
e-mail: safar.tabarov.63@mail

Abstract. *The article develops a universal model for monitoring and analyzing the state of the environment of the subjects of the Russian Federation. The article examines the issues of environmental impact on the quality of life of the population, identifies integral indicators that characterize the quality of the environment in the region, develops methods for calculating the final integral index of environmental quality, provides justification for the rating methodology for making management decisions to optimize the activities of authorities to improve the quality of life of the population. The object of the study is the state of the environment in the regions of the Russian Federation. The subject of the study is monitoring the state of the environment of the subjects of the Russian Federation. The purpose of the study involves improving the effectiveness of monitoring the state of the environment of the subjects of the Russian Federation. The results of the study make it possible to identify the leading risk factors for the population in specific regions, trends in environmental well-being, as well as ranking*

Keywords: *quality of life, environment, environmental indicators, regions of the Russian Federation, environmental monitoring system.*

References

1. Zelyak E. F., Bogdanova M. S., Putinceva K. A. Teoreticheskie aspekty ponyatiya kachestva zhizni naseleniya // Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyj nauchnyj zhurnal. 2018. №7. P. 38-45. (in Russian)

2. 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, Vo. 2 (51) URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3740>. (in Russian)
3. Environmental Performance Index 2020: Yale Center for Environmental Law and Policy. URL: <https://nonews.co/wp-content/uploads/2020/08/epi2020.pdf>. (in Russian)
4. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2018 godu». M.: Minprirody Rossii; NPP «Kadastr», 2019. 844 p. (in Russian)
5. Okruzhayushchaya sreda. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Rosstat: oficial'nyj sajt URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>. (in Russian)
6. Zemel'nye resursy i ohrana okruzhayushchej prirodnoj sredy. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli 2020 g.: oficial'nyj sajt. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm. (in Russian)
7. SHamaeva E. F. O metodicheskikh podhodah k modelirovaniyu kachestva zhizni //Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. 2021. T. 17. № 1. P. 87-101. (in Russian)
8. SHamaeva E. F. Kapkov R. YU., Surskova E. S. Modelirovanie ekologo-ekonomicheskoy situacii v regione na primere Federal'nyh okrugov Rossii // Geoinformatika. 2021. № 4. P. 57-68. (in Russian)
9. SHamaeva E. F. Faktory ekologicheskoy komponenty kachestva zhizni naseleniya // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. 2020. T. 16. № 4. P. 105-118. (in Russian)

Поступила в редакцию 10.06.2022 г.