

Для цитирования: Хильченко Н. В., Атаманова Е. А., Славиковская Ю. О. Диагностика эколого-социальных угроз развития территории // Экономика региона. — 2020. — Т. 16, вып. 1. — С. 43-58

<https://doi.org/10.17059/2020-1-4>

УДК 330.15

Н. В. Хильченко ^{а)}, Е. А. Атаманова ^{а)}, Ю. О. Славиковская ^{а, б)}

^{а)} Институт экономики УрО РАН, (Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: ecolog80@mail.ru)

^{б)} Институт горного дела УрО РАН, (Екатеринбург, Российская Федерация)

ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫХ УГРОЗ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ ¹

В статье обоснована необходимость интегральной диагностики качества атмосферного воздуха, как по общепринятым показателям, так и с учетом уровня заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания, признанных ВОЗ в качестве критериев оценки состояния атмосферы на данной территории. Авторами предложен метод интегральной оценки уровня и изменения качества атмосферного воздуха в динамике на рассматриваемой территории. Использование данного инструментария позволяет определить рейтинги регионов по качеству атмосферного воздуха, уровню экологического развития и степени его изменения, оценить факторы, влияющие на эти процессы. Предложенный методический инструментарий апробирован на примере регионов Уральского федерального округа (УрФО) и Российской Федерации в целом. Проведенные расчеты позволили диагностировать стабилизацию эколого-социальных угроз по качеству атмосферного воздуха в большинстве регионов. Делается вывод, что угрозы, обусловленные загрязнением атмосферы, нарастают, что подтверждается ростом детской заболеваемости во всех регионах УрФО и РФ в целом, кроме Тюменской области. Предложен методический инструментарий диагностики экологического развития территории с помощью интегральных комплексных индексов состояния и уровня экологического развития в части воздухоохранной и водоохранной деятельности на основе статистических показателей. Диагностировано позитивное экологическое развитие в сфере охраны атмосферы в УрФО и РФ. В целом динамика экологического развития в области охраны водных ресурсов положительная, за исключением Ханты-Мансийского автономного округа. Преимущественно позитивная динамика по экологическому развитию в регионах УрФО является предпосылкой снижения экологических угроз в будущем.

Ключевые слова: экологическое развитие, эколого-социальные угрозы, экологическая политика, индикаторы устойчивого развития, интегральный индекс диагностики, эффективность природоохранной деятельности, качество атмосферного воздуха, нормативы качества воды

Введение

В Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года в разделе «Вызовы и угрозы экологической безопасности Российской Федерации»² перечислены основные угрозы экологической безопасности страны. Среди главных внутренних вызовов экологической безопасности обозначены загрязнение атмосферного воздуха и водных объектов, что, в свою очередь, «является причиной ухудшения здоровья и повышенной смертности населения, особенно той ее части, которая проживает в промышленных цен-

трах». Как сказано в этом документе, по экспертным оценкам, ежегодно экономические потери, обусловленные ухудшением качества окружающей среды и связанными с ним экономическими факторами, без учета ущерба здоровью людей, составляют 4–6 % валового внутреннего продукта (ВВП)³.

Следовательно, по значимости на первом месте стоят эколого-социальные угрозы, связанные с загрязнением атмосферы стационарными и передвижными источниками, а также с высокой степенью загрязнения и низким качеством воды значительной части водных объектов. Поэтому так важны адекватная оценка (диагностика) загрязненности атмосферного воздуха и водных ресурсов, а также выявление приоритетных, то есть наиболее опасных для здоровья человека загрязняющих веществ, ис-

¹ © Хильченко Н. В., Атаманова Е. А., Славиковская Ю. О. Текст. 2020.

² Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Указом Президента РФ от 19 апр. 2017 г. №176 [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41879> (дата обращения 6.03.2019).

³ Там же.

точников их поступления для выработки научно обоснованной экологической политики и управления риском здоровью людей на данной территории.

Оценка качества атмосферного воздуха осуществляется органами Росгидромета и Роспотребнадзора (Россанэпиднадзора) на основе данных своих сетей наблюдений (мониторинга окружающей среды). Их выводы по данному вопросу представлены соответственно в двух ежегодных Госдокладах: «О состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения» (далее — Госдоклад по охране среды) и «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (далее — Госдоклад по здоровью). В основе данных оценок лежат санитарно-гигиенические нормативы — предельно допустимые концентрации (ПДК) содержания конкретных загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе и воде, кратность их превышения над ПДК, а также доля зафиксированных превышений в общем числе проб. Однако имеются отличия в методических подходах к интегральным оценкам качества атмосферы, касающимся изменения состояния атмосферы на данной территории. В Госдокладе по охране среды за 2017 г. сделан неоптимистичный вывод относительно изменения качества атмосферы в стране в целом, так как был взят во внимание факт повышения среднесуточных значений ПДК фенола и формальдегида в 2014 г.: «Несмотря на снижение содержания в воздухе формальдегида и фенола, реальных изменений уровня загрязнения воздуха указанными загрязняющими веществами не происходит. По данным Росгидромета, за восемь лет количество городов, где средние за год концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 68 единиц, что обусловлено повышением в 2014 г. по сравнению с прежним значением ПДК_{с.с.} формальдегида более чем в 3 раза. Если учитывать прежние ПДК формальдегида, то количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, в 2017 г. составило бы 189 вместо 139, т. е. уменьшилось только на 18 городов за последние восемь лет».¹

В Госдокладе по здоровью этот факт не учтен и делается оптимистичный вывод: «За последние шесть лет (2012–2017 гг.) наблюдалось стабильное улучшение показателей каче-

ства атмосферного воздуха городских и сельских поселений Российской Федерации»². Следовательно, данные о кратности превышения ПДК этих видов загрязнений до 2014 г. и после несопоставимы и не позволяют сделать корректные выводы о тенденции изменения качества атмосферы, снижении или нарастании экологических угроз. Однако в госдокладах по здоровью в качестве критерия загрязнения атмосферного воздуха используются показатели заболеваемости населения экологически обусловленными заболеваниями, такими как болезни органов дыхания, особенно у детей до 14 лет, а также астма, онкологические заболевания и др. Такой подход принят в Европейском бюро Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), где определен перечень основных индикаторов, основанных, главным образом, на показателях, в отношении которых имеются надежные статистические данные о связи заболеваемости и смертности населения с уровнем загрязнения атмосферы³.

Анализ большого объема официальной информации о качестве (загрязненности) атмосферного воздуха и экологически обусловленной заболеваемости населения позволяет сделать следующий вывод: различные официальные показатели качества атмосферного воздуха зачастую имеют разнонаправленную динамику и их достоверность порой вызывает сомнение. Так, например, доля населения, проживающего в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА > 7), в 2017 г. в Свердловской области в 6 раз ниже, чем в Челябинской, то есть 10 и 62 % соответственно, а в предыдущем году — 54 и 56 %. В то же время удельные выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников на 1 жителя в первой области больше, чем во второй, то есть 0,32 и 0,24 т/чел/год соответственно.

Другим аргументом в пользу тезиса о сомнительной достоверности некоторой офици-

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2017 году. Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018 [Электронный ресурс]. URL: http://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=8345 (дата обращения 01.03.2019).

³ Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха [Электронный ресурс]. URL: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/ru/ (дата обращения 01.03.2019) Health and environment in Europe: progress assessment / Report World Health Organization, Denmark. 2010. 137 p. [Электронный ресурс]. URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/96463/E93556.pdf (дата обращения 21.02.2019).

¹ О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2017 г. Государственный доклад. М.: МПР РФ, 2018 [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye_doklady/ (дата обращения 01.03.2019).

Таблица 1

Исходные данные для определения индекса ИКА по регионам УрФО и РФ

Субъект Федерации	X_{1jt}		X_{2jt}		X_{3jt}		X_{4jt}	
	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017
Российская Федерация	55	12	1,7	0,69	0,24	0,22	1084,6	1174,5
Курганская обл.	60	61	2,8	1,75	0,20	0,14	1025,9	1250,7*
Свердловская обл.	45	10	2,3	1,08	0,40	0,32	992,8	1160,6
ХМАО-Югра	29	0	2,1	0,00	1,73	0,99	1209,5	1302,6
ЯНАО	10	0	1,6	0,00	2,28	1,61	1448,0	1866,2
Тюменская обл.	52	0	3,6	0,28	0,20	0,22	1233,1	903,5
Челябинская обл.	57	62	3,7	2,17	0,39	0,24	1269,4	1432,8

* Данные за 2016 год.

Таблица 2

Результаты расчетов по формулам (1)-(3) и рейтинг регионов по ИКА (U_{j1} и U_{j2})

Субъект Федерации	U_{j1}	U_{j2}	U_j	Рейтинг региона		Тенденции изменения и уровень экологических угроз по U_{j1} и U_{j2}
				2008	2017	
Российская Федерация	0,71	0,79	1,11	2	2	снижение
Курганская обл.	0,59	0,46	0,78	3	6	рост/высокий
Свердловская обл.	0,72	0,74	1,03	1	4	стабилизация/повышенный
ХМАО-Югра	0,54	0,75	1,39	4	3	снижение/повышенный
ЯНАО	0,50	0,50	1,00	5	5	стабилизация/высокий
Тюменская обл.	0,42	0,95	2,27	6	1	снижение/низкий
Челябинская обл.	0,34	0,35	1,02	7	7	стабилизация/высокий

альной экологической информации является факт существенного расхождения в цифрах, приводимых в двух других официальных документах. В национальном проекте «Экология» в части охраны атмосферного воздуха приняты целевые показатели до 2024 г.: 1) снижение совокупного объема выбросов на 28 % за период с 2017 по 2024 гг.; 2) снижение количества городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы (ИЗА > 7) за этот же период с 8 (2017 г.) до нуля.¹ Однако в Госдокладе по охране среды за 2017 г. цифры иные: не 8, а 21 город — приоритетный список, и 44 города — общий список. За последние 3 года количество таких городов остается на одном уровне. Здесь же сказано, что с учетом прежней ПДК_{с.с.} формальдегида в приоритетный список в 2017 г. были бы включены 33 города.²

Мы предлагаем рассчитывать интегральный индекс изменения качества атмосферы — индекс ИКА (U) на основе четырех статистических показателей: 1) доля населения, проживающего в городах с высоким и очень высоким

уровнем загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА > 7) (x_1); 2) безразмерный показатель СИ — наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на предельно допустимую концентрацию многократную (ПДК_{мр}), определяемая по данным наблюдений на станции за одной примесью или на всех станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год (x_2); 3) выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников на 1 жителя, т/чел/год (x_3); 4) заболеваемость детей в возрасте от 0 до 14 лет болезнями органов дыхания, чел/1000 чел. (x_4). Третий показатель рассчитан нами на основании двух статистических показателей. Он является принятым в специальной литературе индикатором, характеризующим антропогенную нагрузку по выбросам в атмосферу на данной территории на 1 жителя региона, и дополняет первые два показателя.

Алгоритм расчета индекса ИКА (U) представлен ниже. В соответствии с приведенными ниже формулами выполнены расчеты по регионам УрФО и РФ в целом (табл. 1, 2).

Сначала рассчитываем частные индексы (P_{ijt}) по формуле

$$P_{ijt} = \frac{X \max_{ijt} - X_{ijt}}{X \max_{ijt} - X \min_{ijt}}, \quad (1)$$

где $X \max_{ijt}$, $X \min_{ijt}$, X_{ijt} — соответственно максимальное, минимальное и фактическое значе-

¹ Национальный проект «Экология» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/7jHqkjTiGwAqKSgZP2LosFTpKo66kEu2.pdf> (дата обращения 19.03.2019).

² О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2017 г. Государственный доклад. М.: МПР РФ, 2018 [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye_doklady/ (дата обращения 01.03.2019).

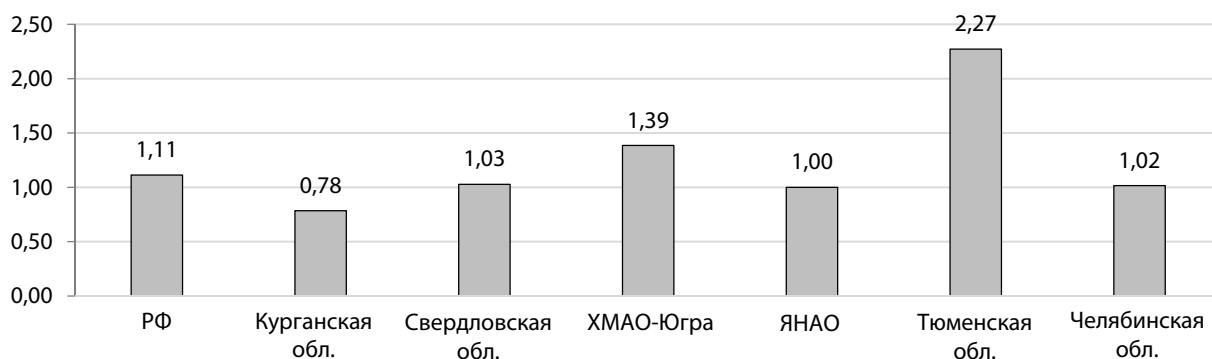


Рис. 1. Значения индекса ИКА (U) по РФ и регионам УрФО

ние i -го показателя ($i = 1, \dots, 4$) в j -м регионе (1, 2, ..., 7) в t -м году, ($t = 1$, (2008 г.), 2 (2017 г.)).

Частные индексы (P_{ijt}) строятся по принципу «чем меньше значение каждого показателя, тем лучше ситуация по i -му показателю в j -м регионе и тем значение индекса (P_{ijt}) выше».

На втором этапе определяется индекс U_{jt} , который представляет собой среднеарифметическое значение P_{ijt} по четырем показателям для j -го региона в t -м году (формула (2)). Данный индекс характеризует качество атмосферного воздуха (КАВ) в j -м регионе в сравнении с другими регионами УрФО и РФ в целом в нашем случае. Чем больше его значение, тем выше качество атмосферы.

$$U_{jt} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{4,7} P_{ijt}. \quad (2)$$

Индекс ИКА (U) определяется по формуле

$$U_j = \frac{U_{j2}}{U_{j1}}. \quad (3)$$

где U_{j1} , U_{j2} — соответственно средний индекс по четырем показателям по данному региону в 1-м (2008 г.) и 2-м году (2017 г.).

Значение индекса ИКА(U) больше 1 означает улучшение качества атмосферы в 2017 г. по отношению к 2008 г., менее 1 — ухудшение. Как видим, в пяти регионах из семи имеет место улучшение индекса ИКА, в одном индекс остается без изменения и только в Курганской области наблюдается ухудшение. Основная причина ухудшения показателя — рост детской заболеваемости на 22 % в 2017 г.

Результаты расчетов ИКА по регионам представлены на рисунке 1. Как видим, наилучших результатов добились Тюменская область (2,27) и ХМАО (1,39). Это произошло за счет существенного улучшения первого показателя, который снизился здесь и в ЯНАО до нуля. В то же время второй показатель качества атмосферы (СИ) в Тюменской области несколько вырос. Однако реально значения U_{j1} , U_{j2}

и U_j были бы ниже, так как в 2014 г. были увеличены ПДК фенола и формальдегида, о чем говорилось выше.

На основании данных по U_{j1} и U_{j2} можно определить рейтинги регионов УрФО по качеству атмосферного воздуха (табл. 2). Чем больше значение данного показателя, тем выше рейтинг. Как видим, в 2017 г. они изменились во всех регионах, кроме Челябинской области, которая заняла последнее 7-е место в обоих годах. Первое место в рейтинге у Свердловской области в 2008 г. обусловлено, главным образом, относительно низкой заболеваемостью детей болезнями органов дыхания, а по остальным показателям область имела средние значения. Если сравнивать область с РФ в целом, то она примерно соответствует среднероссийскому уровню в 2008 и 2017 гг. по значению U_{j1} , U_{j2} . Первое место в рейтинге Тюменской области в 2017 г. обусловлено снижением заболеваемости до самого низкого уровня среди рассматриваемых регионов и снижением доли городского населения в городах с ИЗА > 7 до нуля.

По величине U_j можно судить о тенденциях изменения экологических угроз. Если этот показатель больше 1, то имеет место снижение угроз, меньше 1 — рост, равен 1 — стабилизация. Для оценки уровня экологических угроз необходимо сравнить U_{j2} с аналогичным показателем по РФ (0,79) в 2017 г. Если различия незначительные (в пределах 10 %), то уровень угроз повышенный, если более 10 % — то высокий по нашей градации.

В Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года¹ среди ключевых направлений названа задача совершенствования эффективности государственного

¹ Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70169264/> (дата обращения 30.01.2019).

управления в области охраны окружающей среды и рационального природопользования. В целях реализации основ государственной политики в области экологического развития подготовлен план конкретных действий¹. В этом документе в пунктах 66 и 67 говорится о необходимости формирования системы объективных показателей техногенного воздействия на окружающую среду, использования и охраны природных ресурсов, показателей, характеризующих эффективность природоохранных мер при осуществлении экономической деятельности и социально-экономического развития, разработки методики составления ежегодных докладов об обеспечении экологической безопасности. Предполагаются разработка и учет абсолютных и удельных показателей эффективности использования природных ресурсов и энергии, негативного воздействия на окружающую среду при государственном регулировании природоохранной деятельности и планировании мероприятий по охране окружающей среды, а также при оценке эффективности экономики в целом и по отраслям. Также предполагается разработка целевых индикаторов в области экологического развития, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

В указе Президента РФ от 25.04.2019 № 193 «Перечень показателей для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации» из 15 показателей только два касаются экологии: доля городов с благоприятной городской средой и качество окружающей среды². Содержание этих показателей требует конкретизации, а также разработки комплексных индикаторов, характеризующих качество окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха, водных объектов и пр.

Проблемам индикаторов устойчивого развития и комплексной оценки изменения со-

стояния окружающей среды по природным средам, эколого-экономического устойчивого развития посвящен достаточно большой перечень работ, как российских [1–8], так и зарубежных авторов³ [9–14]. Можно выделить целый ряд российских проектов на федеральном и региональном уровнях, посвященных индикаторам устойчивого развития. Это проекты Всемирного Банка и Минэкономразвития по разработке систем индикаторов устойчивого развития для России: Учет экологического фактора в системе индикаторов социально-экономического развития» (2001), доклад «Национальная оценка прогресса при переходе Российской Федерации к устойчивому развитию» [15] и др. В настоящее время в РФ и мире составляется достаточно большой перечень рейтингов по той или иной проблематике социально-экономического и эколого-экономического развития. Например, «Экологический след субъектов Федерации (WWF Россия)⁴, экологический рейтинг городов РФ (Географический факультет МГУ), рейтинг экологического управления городов России (Министерство природных ресурсов и ОНФ) [16], Экологический рейтинг регионов (Зеленый патруль)⁵, актуальные рейтинги экологически устойчивого развития регионов России (Интерфакс-ЭРА) [17], рейтинги по качеству жизни, где учитывается качество окружающей среды и, в частности, атмосферного воздуха, экологические рейтинги крупных компаний и др. Рассчитывается комплексный интегральный индекс человеческого развития (ИЧР), включающий экологическую составляющую [4, 5], устойчивого развития региона [1–3]. В этих работах используется ограниченный перечень индикаторов применительно к атмосфере и водным ресурсам, так как принят макроэкономический подход.

В числе приоритетных базовых эколого-экономических индикаторов, например по атмосфере, С.Н. Бобылев предлагает использовать два показателя: выбросы загрязняющих

¹ План действий по реализации Основ государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: https://cdnimg.rg.ru/pril/75/99/82/2423_plan.pdf (дата обращения 30.01.2019).

² Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Указ Президента РФ от 25 апр. 2019 г. № 193 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72130744/> (дата обращения 10.04.2019).

³ Environment and Sustainable Development Indicators for Canada // The National Round Table on the Environment and the Economy (NRTEE). 2003. 92 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://neia.org/wp-content/uploads/2013/04/sustainable-development-indicators.pdf> (дата обращения 15.04.2019).

⁴ Экологический след субъектов Российской Федерации / Общ. ред. П. А. Боев. Всемирный фонд дикой природы (WWF). М.: WWF России, 2014. 88 с.

⁵ Экологический рейтинг субъектов РФ. Зеленый патруль [Электронный ресурс]. URL: <http://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskij-reyting-subektov-rf?tid=291> (дата обращения 22.02.2019).

веществ на 1 руб. валового внутреннего продукта (ВВП), а в регионе на 1 руб. валового регионального продукта (ВРП) [3]. Данный показатель, на наш взгляд, малоинформативен и может исказить реальную ситуацию из-за влияния структурных, ценовых, конъюнктурных и иных факторов. Более того, затраты, например, на ликвидацию последствий пожаров и других чрезвычайных ситуаций (ЧС) влияют на размер ВРП. Поэтому считаем нецелесообразным использовать данный показатель в своей работе. Аналогичного подхода относительно природы ВВП (ВРП) придерживаются в своей работе зарубежные авторы Д. Стиглиц, А. Сен, Ж.-П. Фитусси [10].

Мировой и российский опыт показывает, что индикаторы устойчивости должны соответствовать следующим критериям: давать возможность использования на региональном и федеральном уровнях, иметь однозначную интерпретацию для лиц, принимающих решения, иметь количественное выражение, опираться на имеющуюся систему национальной статистики и не требовать значительных издержек для сбора информации и расчетов, возможность оценки во временной динамике, желательность сквозное представление по уровням (федеральный, региональный, районный) и секторам.

Можно выделить два наиболее распространенных в теории и на практике методических подхода к формированию индикаторов, характеризующих устойчивость. Первый подход базируется на построении системы индикаторов, каждый из которых отражает отдельные аспекты устойчивого развития. Второй подход предполагает разработку агрегированного (интегрального) индикатора. Агрегированный индикатор на региональном уровне, выраженный количественно, позволяет судить о степени устойчивости территории, экологичности траектории ее развития. Однако в силу методологических и статистических проблем общепризнанного в мире интегрального индикатора еще нет. Для повышения эффективности эколого-экономического регулирования, а также повышения экологичности хозяйственной деятельности необходимо на уровне России принять единую систему индикаторов устойчивого (экологического) развития и в официальной статистике накапливать данные для их применения. Перечень индикаторов экологического развития должен корректироваться при изменении тенденций и проблем, поставленных задач исследования, а также форм и показателей государственной статистической отчетности.

В данной статье рассматриваются два важнейших аспекта экологического развития: в части охраны атмосферного воздуха и охраны водных ресурсов от техногенного загрязнения.

Атмосферный воздух

Для оценки состояния экологического развития (СЭР) в данном регионе применительно к охране атмосферного воздуха предлагаем использовать 6 статистических показателей, характеризующих конечные (1 и 4) и промежуточные (2, 3, 5, 6) результаты воздухоохранной деятельности. Это следующие показатели:

1) доля населения, проживающего в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА > 7), % (X_1);

2) выбросы загрязняющих атмосферу веществ стационарными и передвижными источниками на душу населения, т/чел. (X_2);

3) индекс удельных выбросов, приведенных к 2008 г. (X_3);

4) заболеваемость детей до 14 лет болезнями органов дыхания, чел./тыс. детей (X_4);

5) удельный вес уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников, % (X_5);

6) удельный вес инвестиций в охрану атмосферного воздуха в общем объеме инвестиций в основной капитал, % (X_6).

Как видим, три показателя из шести были использованы для определения индексов ИКА и КАВ по регионам УрФО и РФ в целом.

Третий показатель — (X_3) рассчитывается по формуле

$$J_{\text{уд.в.}} = \frac{J_{\text{в.}}}{J_{\text{пп}}}, \quad (4)$$

где $J_{\text{уд.в.}}$ — индекс удельных выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в 2017 г. к 2008 г.; $J_{\text{в.}}$ — индекс выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в 2017 г. к 2008 г.; $J_{\text{пп}}$ — индекс физического объема промышленного производства в 2017 г. к 2008 г.

Индекс удельных выбросов позволяет выяснить степень влияния изменения физического объема производства на объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, что, в свою очередь, позволяет оценить влияние воздухоохранной деятельности на снижение выбросов. Данный показатель характеризует происходящие процессы с позиций устойчивого развития. Если величина индекса меньше 1, то имеет место положительная тенденция, то есть повышение экологичности

производства, если же больше 1, то, соответственно, преобладает тенденция деэкологизации производства. Два последних показателя (5 и 6) также характеризуют результативность воздухоохранной деятельности, из них 5-й является статистическим показателем, а 6-й рассчитан нами. Последний является общепринятым индикатором активности хозяйствующих субъектов в охране атмосферного воздуха. Два индикатора — 5, 6 — характеризуют положительную динамику при росте значения данных показателей, а индикаторы 1, 2, 3, 4, наоборот, — при снижении значения.

Удельный вес инвестиций в охрану атмосферного воздуха в общем объеме инвестиций в основной капитал характеризует инвестиционную активность в регионе в сфере охраны атмосферного воздуха. Данный показатель может различаться в пределах одного региона по годам в несколько раз, что совершенно естественно, так как освоение средств на сооружения по очистке отходящих газов, как правило, происходит в течение нескольких лет и неравномерно по годам. Поэтому мы берем в расчет среднеарифметическое значение данного показателя за год, рассчитанного по периодам 2008–2012 и 2013–2017 гг.

По формуле (2) были выполнены расчеты по регионам УрФО и РФ в целом. Анализируемый год — 2017 г., базовый — 2008 г.

Алгоритм расчета *индекса состояния экологического развития* (ИСЭР) (U^*) следующий. На первом этапе рассчитываются частные индексы (B_{ijt}), аналогично тому, как это делалось при расчете индекса ИКА выше. С 1-го по 4-й показатель рассчитываются по формуле (5), а индексы 5 и 6 по формуле (6).

$$B_{ijt} = \frac{X \max_{ijt} - X_{ijt}}{X \max_{ijt} - X \min_{ijt}}, \quad (5)$$

где $X \max_{ijt}$, $X \min_{ijt}$, X_{ijt} — соответственно максимальное, минимальное и фактическое значение i -го показателя ($i = 1, \dots, 6$) в j -м регионе (1, 2, ..., 7) в t -м году ($t = 1$ (2008 г.), 2 (2017 г.)); для формулы (5) $i = 1, 2, 3, 4$; B_{ijt} — частный индекс i -го показателя ($i = 1, \dots, 6$) в j -м регионе (1, 2, ..., 7) в t -м году ($t = 1$ (2008 г.), 2 (2017 г.));

$$B_{ijt} = \frac{X_{ijt} - X \min_{ijt}}{X \max_{ijt} - X \min_{ijt}} \quad (6)$$

для формулы (6) $i = 5, 6$.

Таким образом, чем больше значение (B_{ijt}), тем лучше ситуация в части экологического развития по i -му показателю в j -м регионе в t -м году. Далее определяем среднеарифметическое значение по 6 частным индексам для j -го региона в t -м году (U_{jt}^*) (формула (7)). Данный индекс характеризует уровень экологического развития (УЭР) по атмосфере в сравнении с другими регионами УрФО и РФ в целом. Чем больше его значение, тем выше уровень.

$$U_{jt} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^{6,7} B_{ijt}. \quad (7)$$

$$U_j^* = \frac{U_{j2}^*}{U_{j1}^*}. \quad (8)$$

На следующем шаге определяется (ИСЭР) (U_j^*), как отношение U_{j2}^* в анализируемом (2017 г.) к U_{j1}^* в базовом году (2008 г.) (формула 8).

По данным формулам были проведены расчеты по регионам УрФО и РФ в целом (табл. 3–7).

Данные таблицы 3 демонстрируют, что индекс удельных выбросов (X_3) во всех регионах УрФО был меньше 1 за весь рассматриваемый период времени. Его значение меньше среднероссийского уровня, что является пока-

Таблица 3

Исходные статистические данные

Субъект Федерации	X_1		X_2		X_3		X_4		X_5		X_6	
	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008–2012	2013–2017
Российская Федерация	55	12	0,24	0,22	1,00	0,71	1084,6	1174,5	75,0	74,4	0,28	0,33
Курганская обл.	60	61	0,20	0,14	1,00	0,51	1025,9	1250,7*	72,5	55,0	0,08	0,06
Свердловская обл.	45	10	0,40	0,32	1,00	0,52	992,8	1160,6	89,2	88,7	0,87	0,43
ХМАО-Югра	29	0	1,73	0,99	1,00	0,67	1209,5	1302,6	0,4	0,7	0,79	0,31
ЯНАО	10	0	2,28	1,61	1,00	0,53	1448,0	1866,2	0,4	0,0	0,01	0,38
Тюменская обл.	52	0	0,20	0,22	1,00	0,68	1233,1	903,5	22,4	56,6	0,13	0,74
Челябинская обл.	57	62	0,39	0,24	1,00	0,45	1269,4	1432,8	73,5	84,8	1,05	1,02

* данные за 2016 г.

Примечание: По первому показателю (X_1) в трех регионах статистические данные нули в 2017 г. Поэтому в расчете приняты значения ($100\% - X_1$).

Результаты расчетов по формулам 4–7 и рейтинги регионов ИСЭР по годам

Субъект Федерации	U_{j1}^*	U_{j2}^*	U_j^*	Рейтинг региона		Тенденции изменения экологических угроз по U_j^*
				2008	2017	
Российская Федерация	0,50	0,60	1,21	3	4	снижение
Курганская обл.	0,47	0,51	1,08	4	5	снижение
Свердловская обл.	0,67	0,76	1,13	1	1	снижение
ХМАО-Югра	0,36	0,40	1,13	5	6	снижение
ЯНАО	0,17	0,34	2,03	7	7	снижение
Тюменская обл.	0,33	0,73	2,21	6	2	снижение
Челябинская обл.	0,53	0,72	1,36	2	3	снижение

затем процессом экологизации производства. Основным фактором здесь — это перевод предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК) с твердого топлива на газ, рост утилизации ПНГ при добыче нефти, а также в определенной степени и за счет реконструкции основного производства с сопутствующим экологическим эффектом. Что касается пятого показателя, то он различается в разрезе регионов весьма существенно (от 0 % до 88,7 % в 2017 г.). Такие различия обусловлены, главным образом, особенностью структуры производства. В нефтегазодобывающих регионах (ЯНАО и ХМАО) его значения существенно ниже, чем в других регионах. Что касается 6-го показателя, то его значения также существенно различаются по регионам. Хотя связи с производственной структурой не просматривается. Здесь наилучшие показатели имеет Челябинская область, причем в обоих периодах, а наихудшие — Курганская область в среднем по двум периодам.

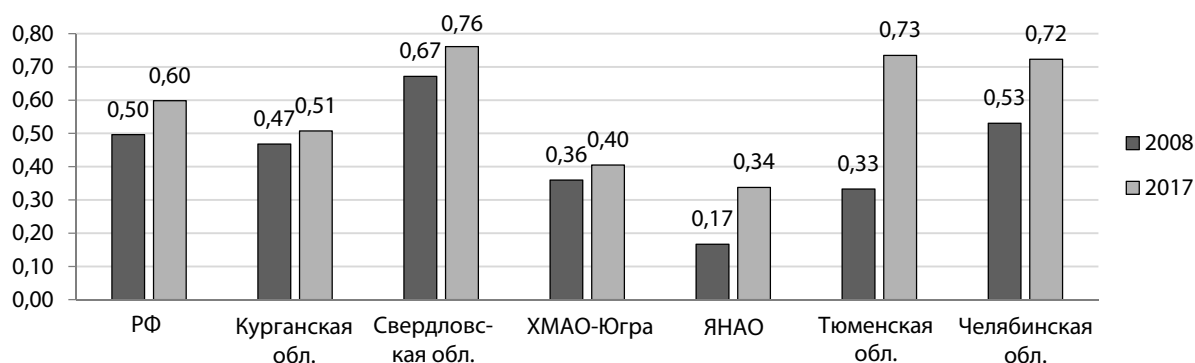
Как показали результаты расчетов ИСЭР (U_j^*), все регионы имеют значения больше 1, то есть имеет место положительная динамика (табл. 4). Что касается рейтингов регионов, то на первом месте стоит Свердловская область, как в 2008 г., так и в 2017 г. (табл. 4, рис. 2) Значения индексов уровня экологического развития — УЭР (U_{j1}^* и U_{j2}^*) здесь выше, чем по РФ. Челябинская область заняла 2-е место (2008 г.) и 3-е (2017 г.) в рейтинге регионов, имея также

достаточно хороший результат по ИСЭР (1,36). К лидерам можно отнести и Тюменскую область в 2017 г, как по уровню, так и по состоянию экологического развития. Самый низкий 7-й ранг имеет ЯНАО, хотя показатель U_{j2}^* вырос в два раза в 2017 г. по сравнению с 2008 г. Следует отметить, что сравнение регионов по показателям U_{jt}^* наиболее корректно в разрезе однотипных по структуре промышленного производства регионов. Например, ХМАО и ЯНАО и остальные регионы УрФО.

По индексу ИСЭР (U_j^*) можно судить о тенденциях изменения экологических угроз. В случае, если значение индекса растет, имеет место положительная динамика экологического развития и его уровня (U_{jt}^*) в анализируемом году по сравнению с базовым годом, можно считать, что имеет место позитивная динамика к снижению экологических угроз.

Водные ресурсы

Применительно к проблеме рациональности использования водных объектов и выявления динамики их загрязнения, а также водоохранной деятельности и использования ассимиляционного потенциала в современных условиях разработан ряд показателей. Всемирным банком предлагается порядка тридцати пяти индикаторов, характеризующих интенсивность использования воды и ее загрязненности, среди которых [18]:

Рис. 2. Значения ИСЭР (U^*) по РФ и регионам УрФО

— общее водопотребление, в т. ч. по видам использования, запасы воды (поверхностные и подземные источники);

— общий водозабор, использование воды в ЖКХ;

— использование воды на сельскохозяйственные нужды;

— индекс потребления хозяйственно-питьевой воды на душу населения;

— качество питьевой воды (доля числа проб, не соответствующих стандартам качества);

— использование воды в промышленности;

— сбросы органических веществ по БПК;

— общие запасы воды в водохранилищах;

— использование воды в промышленных целях;

— доля повторно-оборотного водоснабжения;

— тарифы на водопотребление и водоотведение;

— безвозвратные потери воды, питательные вещества в прибрежных водах;

— сброс питательных веществ со станций очистки городских сточных вод;

— доля неочищенных городских сточных вод, нитраты в грунтовых водах;

— показатели эвтрофикации озер, концентрации опасных веществ в прибрежных морских водах;

— промышленные сбросы опасных веществ;

— аварийные разливы нефти при транспортировке морским путем;

— сброс опасных веществ со станций очистки;

— пестициды в грунтовых водах;

— классификация рек, озер и морских акваторий по индексу загрязнения воды.

В ряде регионов разработаны комплексные индикаторы, отражающие переход на модель устойчивого развития (сбалансированного природопользования). Так, например, в Томской области в аспекте водопользования предлагается использовать следующие индикаторы:

— объем сброса сточных вод (млн м³);

— объем сброса без очистки сточных вод в водные объекты (млн м³);

— доля очищенных сточных вод в общем объеме сточных вод, подлежащих очистке (%);

— доля водозаборных сооружений, оснащенных системами учета воды (%);

— доля очистных сооружений, оборудованных средствами учета и контроля качества сбрасываемых сточных вод (%) и др. [19].

Для условий Самарской области разработан также ряд индикаторов, характеризую-

щих в целом экологическое развитие области [20–21]. Применительно к водоохранной деятельности в дополнение к вышеуказанным индикаторам также учитываются коэффициент износа основных фондов, используемых в промышленном водоснабжении и водоохранной деятельности, инвестиции в природоохранную деятельность, в частности в водоохранную (млн руб., %), численность населения, проживающего в экологически неблагоприятных условиях (млн чел., % к населению области) [22].

Для условий г. Москвы и Московской области согласно [23] в части водоохранной деятельности предлагается использовать следующие индикаторы:

— объем сброса загрязненных сточных вод млн м³, %;

— количество дней (или доля проб) с концентрацией загрязняющих веществ превышающими ПДК;

— число населения, проживающего в зонах с повышенной опасностью, млн чел., %;

— коэффициент обновления основных фондов;

— доля инвестиций на охрану окружающей среды, в т. ч. водных объектов в общих инвестициях в основной капитал, %.

Применительно к водоохранной деятельности в условиях современной статистики к данным индикаторам можно отнести объем водопотребления, потребление воды для хозяйственных нужд различными секторами экономики, использование воды (объем водопотребления / объем ресурсов пресной воды, объем оборотной воды), эффективность использования потребляемой воды (утечки, потери / объем водопотребления), дефицит речного стока, загрязненность водного объекта (превышение ПДК по различным загрязняющим веществам в створах наблюдения Росгидрометом), объем сброса загрязненных сточных вод (всех сточных вод), инвестиций в охрану водных ресурсов.

В данной работе по водным ресурсам предлагается оценивать состояние и уровень экологического развития аналогично расчетам по атмосферному воздуху. При расчете комплексных индикаторов предлагаем использовать пять показателей (индикаторов), которые имеются в государственной статистике или рассчитаны нами на основе данных статистики. Это следующие показатели:

1) удельный вес исследованных проб воды не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам, % (Y_1);

2) удельный вес оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, % (Y_2);

3) индекс удельных сбросов загрязненных сточных вод к 2008 г. (Y_3);

4) индекс удельного использования свежей воды (Y_4);

5) удельный вес инвестиций в охрану водных ресурсов в общем объеме инвестиций в основной капитал, % (Y_5).

Перечисленные показатели характеризуют степень загрязненности водного источника (1), эффективность и уровень водоохранной деятельности (2, 5), степень экологизации производства в части рационального использования и охраны водных источников в регионе (3, 4). В данном перечне отсутствует показатель качества воды в источнике. Данный показатель приводится в Государственных докладах о состоянии окружающей среды в привязке к определенным створам наблюдений за качеством воды на конкретных реках, но отсутствует применительно к субъекту РФ. Что касается заболеваемости населения, обусловленной загрязненностью воды, то она приводится в государственных докладах о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения применительно к питьевой воде. Медицинской наукой установлена корреляционная зависимость между определенными видами загрязнения воды и видами заболеваний, такими как болезни крови, иммунитета, болезни кожи, нервной и пищеварительной систем. Однако они опосредованно связаны с качеством воды в водном объекте, так как в значительной мере это коммунальная проблема и загрязнение воды может быть обусловлено неудовлетворительным состоянием труб, по которым вода поступает к потребителям и пр. В настоящее время не представляется возможности установить численность населения, которое использует чистую бутилированную и очищенную на бытовых фильтрах воду вместо некачественной воды в системе централизованного водоснабжения. Поэтому сведения о заболеваемости и смертности населения, связанные с водой, носят весьма оценочный характер.

Индекс изменения состояния экологического развития для водных ресурсов — ИСЭР* (W^*) рассчитывается аналогично тому, как рассчитывается индекс для атмосферы.

Показатели 1, 3, 4 дают положительную динамику при снижении значения и рассчитываются по формуле (9), а показатели 2, 5 — наоборот, при росте значения данных показателей и рассчитываются по формуле (10).

$$V_{ijt} = \frac{Y \max_{ijt} - Y_{ijt}}{Y \max_{ijt} - Y \min_{ijt}}, \quad (9)$$

$$V_{ijt} = \frac{Y_{ijt} - Y \min_{ijt}}{Y \max_{ijt} - Y \min_{ijt}}, \quad (10)$$

где $Y \max_{ijt}$, $Y \min_{ijt}$, Y_{ijt} — соответственно максимальное, минимальное и фактическое значение i -го показателя ($i = 1, \dots, 5$) в j -м регионе (1, 2, ..., 7) в t -м году, ($t = 1$ (2008 г.), 2 (2017 г.)) из рассматриваемого ряда показателей; для формулы (10) $i = 1, 3, 4$, для формулы (11) $i = 2, 5$; V_{ijt} — частный индекс i -го показателя ($i = 1, \dots, 5$) в j -м регионе (1, 2, ..., 7) в t -м году, ($t = 1$ (2008 г.), 2 (2017 г.)).

Чем больше значение (V_{ijt}), тем лучше ситуация в части экологического развития по i -му показателю в j -м регионе в t -м году. Далее определяем среднее арифметическое значение по 5 частным индексам для j -го региона в t -м году (W_{jt}) (формула (11)). Данный индекс характеризует уровень экологического развития (УЭР) по воде в сравнении с другими регионами УрФО и РФ в целом. Чем больше его значение, тем выше уровень ЭР.

$$W_{jt} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{5,7} V_{ijt}. \quad (11)$$

На следующем шаге определяется (ИСЭР) (W_j^*), как отношение W_{j2} в анализируемом (2017 г.) к W_{j1} в базовом году (2008 г.) (формула (12)).

$$W_j^* = \frac{W_{j2}}{W_{j1}}, \quad (12)$$

где W_{j1} — индекс УЭР в базовом году в j -м регионе; W_{j2} — индекс УЭР в анализируемом году в j -м регионе.

По данным формулам выполнены расчеты по регионам УрФО, УрФО и РФ в целом (табл. 5, 6). Рейтинги регионов определены по W_{j1} и W_{j2} . Данные рейтинги характеризуют уровень экологического развития рассматриваемых территорий относительно друг друга и РФ в целом.

Как видим, положительная динамика по индексу ИСЭР (W_j^*) наблюдается во всех регионах, кроме ХМАО. Это обусловлено ухудшением здесь всех показателей в 2017 г. по отношению к 2008 г. (кроме 5-го). Регион имеет и низкие значения индекса по уровню экологического развития в обоих годах, а также, соответственно, и рейтинг. Несмотря на то, что ЯНАО имеет максимальный индекс ИСЭР* (W_j^*) — 2,52, то есть имеет место положительная динамика экологического развития, данный регион занимает предпоследнюю и по-

Таблица 5

Исходные статистические данные

Субъект Федерации	Y ₁		Y ₂		Y ₃		Y ₄		Y ₅	
	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008	2017	2008–2012	2013–2017
Российская Федерация	31,20	25,60	0,62	0,31	1,00	0,73	1,00	0,78	0,47	0,49
УрФО	30,90	39,30	0,94	0,59	1,00	0,78	1,00	1,25	0,34	0,21
Курганская обл.	38,62	40,00	0,90	1,00	1,00	0,59	1,00	0,75	0,63	0,29
Свердловская обл.	28,70	49,20	0,98	0,84	1,00	0,57	1,00	0,51	0,47	0,49
ХМАО-Югра	73,32	76,90	0,88	0,26	1,00	2,29	1,00	2,39	0,14	0,14
ЯНАО	45,82	48,30	0,00	0,00	1,00	0,53	1,00	1,29	0,31	0,14
Тюменская обл.	32,00	24,70	0,73	0,42	1,00	0,31	1,00	0,31	0,22	0,14
Челябинская обл.	24,40	33,60	1,00	0,81	1,00	0,90	1,00	0,78	0,92	0,35

Таблица 6

Индексы УЭР (W_{jt} , ИСЭР*, W_j^*), рейтинги регионов УрФО и РФ

Субъект Федерации	W_{j1}	W_{j2}	W_j^*	Рейтинг региона		Тенденции изменения экологических угроз по W_j^*
				2008	2017	
Российская Федерация	0,38	0,77	2,03	4	2	снижение
УрФО	0,41	0,56	1,37	—	—	снижение
Курганская обл.	0,45	0,76	1,69	3	3	снижение
Свердловская обл.	0,46	0,83	1,79	2	1	снижение
ХМАО-Югра	0,18	0,05	0,30	6	7	рост
ЯНАО	0,16	0,39	2,52	7	6	снижение
Тюменская обл.	0,34	0,68	2,04	5	5	снижение
Челябинская обл.	0,60	0,74	1,24	1	4	снижение

следнюю строчку рейтинга. Наилучшие показатели имеет Свердловская, Курганская и Челябинская области. Первая имеет более высокий показатель уровня экологического развития (УЭР) в 2017 г. по сравнению с РФ (0,83 и 0,77), а по двум другим областям значения УЭР соответствуют среднероссийскому уровню (рис. 3).

По индексу ИСЭР (W_j^*) можно судить о тенденциях к изменению экологических угроз. В случае, если он более 1, имеет место положительная динамика экологического развития, если менее 1, соответственно, — негативная, равна 1 — стабилизация. Индексы U_{jt}^* и W_j^* являются косвенным индикатором изменения экологических угроз, а прямым индикатором

является индекс ИКА в части атмосферного воздуха. Для водных объектов аналогичный комплексный индекс пока нет возможности создать, учитывая официальные данные статистики и мониторинга состояния водных ресурсов. На основании полученных рейтингов регионов по уровню экологического развития в сфере охраны атмосферного воздуха (U_{jt}^*) и водных источников (W_{jt}) можно определить рейтинги (2008 и 2017 гг.) суммарно по этим двум направлениям экологического развития (табл. 7)

Как видим, Свердловская область занимает первое место в рассматриваемые годы. Далее идет РФ в целом, а третье место в 2017 г. делят Тюменская и Челябинская области. Два послед-

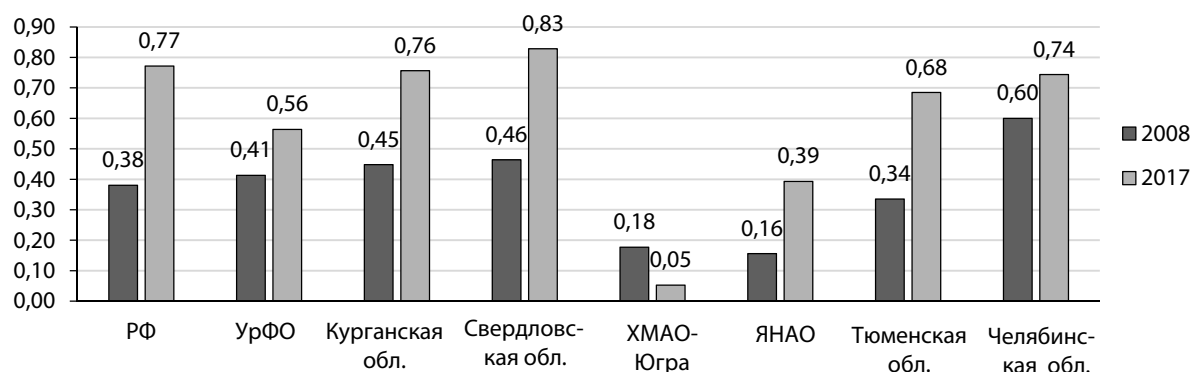


Рис. 3. Уровень экологического развития регионов УрФО и РФ в 2008. и 2017 гг.

Таблица 7

**Рейтинги регионов УрФО и РФ
по уровню экологического развития**

Субъект Федерации	Рейтинг региона	
	2008	2017
Российская Федерация	2	2
Курганская обл.	2	4
Свердловская обл.	1	1
ХМАО-Югра	3	5
ЯНАО	4	5
Тюменская обл.	3	3
Челябинская обл.	1	3

них места у ХМАО и ЯНАО. У Курганской области произошло снижение рейтинга со 2-го до 4-го места в 2017 г. Предлагаемый нами методический инструментарий позволяет оценить тенденции изменения экологических угроз, степень и уровень изменения (рост, снижение, стабилизация) с помощью ряда интегральных индексов: ИКА, УЭР, ИСЭР.

Заключение

Оценка качества атмосферного воздуха на территории, осуществляемая органами Росгидромета, Росприроднадзора в официальных документах, с одной стороны, и Россанэпиднадзора (Роспотребнадзора), с другой, осуществляется по различным критериям и методикам, что не позволяет получить однозначную картину эколого-социальных угроз, обусловленных загрязненностью атмосферного воздуха. Поэтому считаем необходимым интегрировать эти два подхода и определять интегральный индекс качества атмосферного воздуха (ИКА), используя четыре показателя, два из которых официально приняты Росгидрометом (ИЗА₇ и СИ), третий, рекомендуемый ВОЗ, — заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания, четвертый, предлагаемый нами, — выбросы загрязняющих веществ в атмосферу из всех источников на 1 жителя региона, характеризующий антропогенную нагрузку.

Для эффективного управления риском эколого-социальных угроз необходимо правильно диагностировать состояние и уровень экологического развития на данной территории, так как это является фактором изменения в ту или иную сторону экологических угроз. Предлагаемый метод диагностики изменения состояния и уровня экологического развития (ИСЭР и УЭР) в данном регионе в динамике позволяет выявить тенденции и причины изменения экологических угроз на конкретных территориях.

Выполненные нами расчеты по регионам УрФО и РФ в целом позволили диагностировать стабилизацию эколого-социальных угроз по качеству атмосферного воздуха в 2017 г. по отношению к 2008 г. в большинстве регионов УрФО и улучшение в РФ в целом. Однако с учетом несопоставимости данных измерений загрязненности атмосферы из-за повышения ПДК фенола и формальдегида в 2014 г. реальная ситуация несколько хуже. Поэтому делается вывод, что угрозы, обусловленные загрязнением атмосферы, нарастают, что подтверждает рост детской заболеваемости во всех регионах УрФО и РФ в целом от 8 % в РФ до 29 % в ЯНАО. Исключение составляет Тюменская область. Здесь фиксируется снижение заболеваемости.

Диагностировано снижение угроз и позитивная динамика экологического развития по охране атмосферы во всех регионах УрФО и РФ, особенно в Тюменской области и ЯНАО, а наиболее высокий его уровень в Тюменской и Свердловской областях. Аналогичная картина по водоохране за исключением ХМАО, а наибольший его уровень в ЯНАО и Тюменской области.

Что касается рейтингов регионов, то по качеству атмосферы в 2017 г. на первом месте стоит Тюменская область, на последнем — Челябинская область. По экологическому развитию в части воздухо- и водоохраны на первом месте Свердловская область, а на последнем месте по данным показателям соответственно ЯНАО и ХМАО. Первое место в суммарном рейтинге регионов по экологическому развитию по двум видам природоохранной деятельности принадлежит Свердловской области, а последнее место — ХМАО и ЯНАО.

Диагностика экологического развития в части загрязнения атмосферного воздуха по предложенному методу показала, что в четырех из шести регионов УрФО за анализируемый период зафиксирована негативная тенденция, как по показателю состояния экологического развития, так и по показателю уровня экологического развития. В трех наихудших по показателям регионах (Свердловская, Челябинская и Курганская области) снижение уровня экологического развития обусловлено в основном первым показателем, связанным с низким качеством атмосферного воздуха, несмотря на высокий уровень экологизации производства (5-й показатель) и снижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на 30 %. Очевидно, что весомый вклад в загрязнение атмосферы вносит автотранспорт, особенно в крупных городах.

По водным ресурсам ситуация более позитивная. Здесь только в одном регионе имела место негативная динамика, а в остальных положительная. Однако уровень экологического развития остается относительно низким. Из этого можно сделать вывод, что предпринимаемых государством и предприятиями природоохранных мер явно недостаточно, экологические угрозы нарастают. Чтобы изменить ситуацию с негативной на позитивную, необходимо усиление адресного воздействия органов Росприроднадзора, Роспотребнадзора и других

специально уполномоченных органов субъектов хозяйственной деятельности — основных виновников загрязнения атмосферного воздуха и водных ресурсов в регионе — в виде административных штрафов за нарушение природоохранного законодательства, исков в возмещение ущерба, перехода на технологическое нормирование, стимулирование внедрения наилучших существующих технологий путем зачета капитальных затрат на природоохранные мероприятия в счет платежей за негативное воздействие на окружающую среду и др.

Благодарность

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР ФГБУН Института экономики УрО РАН на 2019–2021 гг.

Список источников

1. Бобылев С. Н., Соловьева С. В., Ситкина К. С. Индикаторы устойчивого развития Уральского региона // Экономика региона. — 2013. — № 2. — С 10–17.
2. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели для расчета / Бобылев С. Н., Минаков В. С., Соловьева С. В., Третьяков В. В.; под ред. Резниченко А. Я., Шварц Е. А., Постнова А. И. WWF России, РИА Новости. — Москва, 2012. — 147 с.
3. Бобылев С. Н. Индикаторы устойчивого развития России. Эколого-экономические аспекты / Под ред. С. Н. Бобылева, П. А. Макеенко. — М.: ЦППП, 2001. — 220 с.
4. Локосов В. В., Рюмина Е. В., Ульянов В. В. Региональная дифференциация показателей человеческого потенциала // Экономика региона. — 2015. — № 4. — С. 185–196.
5. Рюмина Е. В. Экологические аспекты оценки качества жизни // Экономика региона. — 2016. — Т. 12, вып. 4. — С. 1113–1122. — doi 10.17059/2016-4-13.
6. Бакуменко Л. П., Коротков П. А. Интегральная оценка качества и степени экологической устойчивости окружающей среды региона. На примере Республики Марий Эл // Прикладная эконометрика. — 2008. — № 1(9). — С. 73–92.
7. Дмитриев В. В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы // Общество. Среда. Развитие [Terra Humana]. — 2009. — № 4. — С. 146–165.
8. Куклин А. А., Белик И. С., Никулина Н. Л. Экономические аспекты управления экологической безопасностью региона / под ред. А. А. Куклина. — Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2009. — 198 с.
9. Liang X., Si D., Zhang X. Regional Sustainable Development Analysis Based on Information Entropy—Sichuan Province as an Example / Kevin W. Li, Academic Ed. Int J Environ Res Public Health. — 2017. — 14(10) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5664720/> (дата обращения 10.03.2019) — doi: 10.3390/ijerph14101219.
10. Стиглиц Д., Сен А., Фитусси Ж.-П. Неверно оценивая нашу жизнь. Почему ВВП не имеет смысла? Доклад Комиссии по измерению эффективности экономики и социального прогресса / пер. с англ. И. Кушнарева; науч. ред. пер. Т. Дробышевская. — М.: Изд-во Института Гайдара, 2016. — 216 с.
11. Indicators of sustainable development framework and methodologies. Department of Economic and Social Affairs. — New York, 2001. — 294 p. [Электронный ресурс]. URL: http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9_indi_bp3.pdf (дата обращения 4.03.2019).
12. Segnestam L. Indicators of Environment and Sustainable Development Theories and Practical Experience. — The World Bank, 2002. — 66 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/936217-1115801208804/20486265/IndicatorsofEnvironmentandSustainableDevelopment2003.pdf> (дата обращения 12.03.2019).
13. OECD Key Environmental Indicators. Paris, France: Organisation for economic development and co-operation OECD / Environment Directorate. — 2008. — 38 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/37551205.pdf> (15.04.2019)
14. Simon B., Stephen M. Sustainability Indicators Measuring the Immeasurable? — London, 2008. — 256 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781849772723> (20.05.2019) — doi: <https://doi.org/10.4324/9781849772723>.
15. Национальная оценка прогресса при переходе Российской Федерации к устойчивому развитию. — М., 2002. [Электронный ресурс]. URL: http://vasilieva.narod.ru/gu/stat_rab/book/RfkUR/RfkUR_ogl.htm (дата обращения 22.03.2019).
16. Рейтинг экологического развития городов России 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://onf.ru/2017/11/21/onf-i-minprirody-predstavili-ekologicheskij-reyting-rossijskih-gorodov/> (дата обращения 22.02.2019).

17. Рейтинги экологически устойчивого развития регионов Российской Федерации. 2010. — ЗАО «ИНТЕРФАКС», 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sci.aha.ru/ots/Rate-reg.pdf> (дата обращения 22.02.2019).
18. Кристенсен П. Основной набор индикаторов ЕАОС. 2003. — 107 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.unepce.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/StPetersburg/EEA_core_set_of_indicators_ru.pdf (дата обращения 22.02.2019).
19. Индикаторы устойчивого развития Томской области. Вып. 3 / Под ред. В. М. Кресса. — Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2007. — 44 с.
20. Аспекты регионального развития. Взгляд из Самарской области — региона-лидера. — № 166. — М.: Московский общественный научный фонд, 2005. — 248 с. — (Научные доклады: независимый экономический анализ).
21. Самарская область. От индустриальной к постиндустриальной экономике / под науч. ред. А. В. Полетаева. — М.: ТЕИС, 2006. — 463 с. — С. 54–73.
22. Гнеденко Е., Горбунова З., Сафонов Г. Условная оценка стоимости качества питьевой воды в г. Самаре. 2001 [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/305613041_Uslovnaa_ocenka_stoimosti_kacstva_pitevoj_vody_v_g_Samare. doi: 10.13140/RG.2.1.1392.0246.
23. Холодков В. В., Бобылев С. Н. Формирование современных показателей экономического развития города Москвы с учетом экологических факторов // Бюллетень «На пути к устойчивому развитию России». — 2004. — № 26. — С. 28–28.

Информация об авторах

Хильченко Наталья Васильевна — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра природопользования и геоэкологии, Институт экономики УрО РАН (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: ecolog80@mail.ru).

Атаманова Елена Александровна — кандидат экономических наук, научный сотрудник Центра природопользования и геоэкологии, Институт экономики УрО РАН; ORCID 0000-0003-1249-5226; Scopus Author ID : 57190430365 (Российская Федерация, г. Екатеринбург, Россия 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: elataman@mail.ru).

Славиковская Юлия Олеговна — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии горного производства, Институт горного дела УрО РАН; старший научный сотрудник Центра природопользования и геоэкологии, Институт экономики УрО РАН; Scopus Author ID: 57212564944; Researcher ID: E-7626-2014; ORCID: 0000-0003-2005-5650 (Российская Федерация, 620219, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибирика, 58; 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: slavikov1977@mail.ru).

For citation: Hkilchenko, N. V., Atamanova, E. A. & Slavikovskaya, Yu. O. (2020). Diagnostics of Environmental and Social Threats to the Territory's Development. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(1), 43-58

N. V. Hkilchenko ^{a)}, E. A. Atamanova ^{a)}, Yu. O. Slavikovskaya ^{a, b)}

^{a)} Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia Federation; e-mail: ecolog80@mail.ru)

^{b)} Institute of Mining of the Ural Branch of RAS (Ekaterinburg, Russia Federation)

Diagnostics of Environmental and Social Threats to the Territory's Development

The article substantiates the need for integrated diagnostics of air quality. Such diagnostics should include the generally accepted indicators and consider the rate of child population's morbidity with respiratory diseases, recognized by the World Health Organisation, as a criterion for assessing the state of the atmosphere in this area. We suggest a method of integrated assessment of the level and changes in air quality over time on the considered territory. This tool allows determining the ratings of the regions on the quality of atmospheric air, the level of environmental development and the degree of its change. Moreover, it helps assessing the factors that affect the aforementioned processes. We tested the proposed methodological tools on the example of the regions of the Ural Federal district (UFD) and the Russian Federation (RF) in general. The calculations made it possible to diagnose the stabilization of environmental and social threats to air quality in the majority of the regions. We concluded that the threats caused by air pollution are increasing. That fact is confirmed by the growth of child morbidity in all regions of the UFD and the RF, except for Tyumen oblast. We propose methodological tools for diagnostics of the territory's environmental development through integrated comprehensive indices of the state and level of environmental development in part of the air and water protection activities based on statistical indicators. The diagnostics demonstrated positive environmental development in the sphere of air protection in the UFD and the RF. In general, the dynamics of environmental development in the field of water protection are positive, with the exception of Khanty-Mansi Autonomous Okrug. The mostly positive dynamics of environmental development in the regions of the UFD are a prerequisite for reducing threats in the future.

Keywords: environmental development, environmental and social threats, environmental policy, indicators of sustainable development, the effectiveness of environmental activities, air quality, water quality standards

Acknowledgments

The article has been prepared in accordance with the plan of Institute of Economics of the Ural Branch of RAS for 2019–2021.

References

1. Bobylev, S. N., Solovyova, S. V. & Sitkina, K. S. (2013). Indikatory ustoychivogo razvitiya Uralskogo regiona [Sustainable development indicators of the Ural region]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 2, 10–17. (In Russ.)
2. Bobylev, S. N., Minakov, V. S., Solovyova, S. V. & Tretyakov, V. V. (2012). *Ekologo-ekonomicheskii indeks regionov RF. Metodika i pokazateli dlya rascheta [Ecological and economic index of regions of the Russian Federation. Methodology and calculation indicators]*. Moscow, WWF, RIA-Novosti, 147. (In Russ.)
3. Bobylev, S. N. & Makeenko, P. A. (Eds.). (2001). *Indikatory ustoychivogo razvitiya Rossii (ekologo-ekonomicheskii aspekt) [Indicators of sustainable development of Russia (Ecological and economic aspects)]*. Moscow, CREP, 220. (In Russ.)
4. Lokosov, V. V., Ryumina, E. V. & Ulyanov, V. V. (2015). Regionalnaya differentsiatsiya pokazateley chelovecheskogo potentsiala [Regional differentiation of human potential indicators]. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 4, 185–196. (In Russ.)
5. Ryumina, E. V. (2016). Ekologicheskie aspekty otsenki kachestva zhizni [Ecological Aspects of the Assessment of Quality of Life]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 12(4), 1113–1122. DOI: 10.17059/2016-4-13 (In Russ.)
6. Bakumenko, L. P. & Korotkov, P. A. (2008). Integralnaya otsenka kachestva i stepeni ekologicheskoy ustoychivosti okruzhayushchey sredy regiona (na primere Mariy El). [An Integrated Estimate of the Quality and Degree of Ecological Sustainability of the Region Environment (Case of the Mari El Republic)]. *Prikladnaya ekonometrika [Applied econometrics]*, 1(9), 73–92. (In Russ.)
7. Dmitriev, V. V. (2009). Opredelenie integralnogo pokazatelya sostoyaniya prirodnoho obekta kak slozhnoy sistemy [Determination of the integral indicator of the state natural object as a complex system]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana) [Society. Environment. Development (Terra Humana)]*, 4, 146–165. (In Russ.)
8. Kuklin, A. A., Belik, I. S. & Nikulina, N. L. (2009). *Ekonomicheskie aspekty upravleniy ekologicheskoy bezopasnostyu regiona [Economic aspects of managing the region's environmental security]*. Ekaterinburg: Institute of Economics UB RAS, 198.
9. Liang, X., Si, D., & Zhang, X. (2017). Regional Sustainable Development Analysis Based on Information Entropy—Sichuan Province as an Example. *International journal of environmental research and public health*, 14(10). Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5664720/> (Date of access: 10.03.2019).
10. Stiglitz, J., Sen, A. & Fitoussi, J.-P. (2010). *Neverno otsenivaya nashu zhizn. Pochemu VVP ne imeet smysla? Doklad komissii po izmereniyu effektivnosti ekonomiki i sotsialnogo progressa [Mis-measuring Our Lives. Why GDP does not Add Up. The report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress]*. Moscow: Gaidar Institute Press, 216.
11. *Indicators of sustainable development framework and methodologies*. (2001). Commission on Sustainable Development Ninth Session, New York, 294. Retrieved from: http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9/indi_bp3.pdf (Date of access: 04.03.2019).
12. Segnestam, L. (2002). *Indicators of Environment and Sustainable Development Theories and Practical Experience*. The World Bank, 66. Retrieved from: <http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/936217-1115801208804/20486265/IndicatorsofEnvironmentandSustainableDevelopment2003.pdf> (Date of access: 12.03.2019).
13. *OECD Key environmental indicators*. (2008). Organization for economic development and co-operation OECD/Environment Directorate Paris, France, 38. Retrieved from: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/37551205.pdf> (Date of access: 15.04.2019).
14. Bell, S. & Morse, S. (2008). *Sustainability Indicators. Measuring the Immeasurable?* London, Routledge, 256. Retrieved from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781849772723> (Date of access: 20.05.2019).
15. *Natsionalnaya otsenka progressa pri perekhode Rossiyskoy Federatsii k ustoychivomu razvitiyu [National assessment of progress in the transition of the Russian Federation to sustainable development]*. (2002). Moscow. Retrieved from: http://vasilievaa.narod.ru/gu/stat_rab/book/RfkUR/RfkUR_ogl.htm (Date of access: 22.03.2019).
16. *Reyting ekologicheskogo razvitiya gorodov Rossii 2017 [The environmental development rating of cities Russia 2017]*. (2017). ONF. Retrieved from: https://onf.ru/sites/default/files/projects_docs/21112017.pdf (Date of access: 22.02.2019).
17. *Reytingi ustoychivogo razvitiya regionov Rossiyskoy Federatsii [Ratings of the environmentally sustainable development of the regions of the Russian Federation]*. (2011). ZAO «INTERFACS». Retrieved from: <http://www.sci.aha.ru/ots/Rate-reg.pdf> (Date of access: 22.02.2019).
18. Kristensen, P. (2003). *EEA core set of indicators*. European Environment Agency, 79. Retrieved from: <https://www.un-ece.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/StPetersburg/EEA%20Core%20Set%20of%20Indicators%20rev2EECCA.pdf> (Date of access: 22.02.2019).
19. Kress, V. M. (Ed.). (2007). *Indikatory ustoychivogo razvitiya Tomskoy oblasti. Vypusk 3 [Indicators of sustainable development of Tomsk region. Issue 3]*. Tomsk: «Printing manufactory». 44.
20. Grigorev, L. M. (Ed.). (2005). *Aspekty regionalnogo razvitiya: vzglyad iz Samarskoy oblasti — regiona-lidera [Aspects of regional development: view from the Samara region — the leading region]*. M.: Moscow Public Scientific Fund, 248.
21. Poletaev, A. V. (2006). Valovyy regionalnyy product [Gross regional product]. In: A. V. Poletaev (Ed.), *Samarskaya oblast: ot industrialnoy k postindustrialnoy ekonomike [Samara region: from industrial to post-industrial economy]* (pp. 54–73). Moscow: TEIS.

22. Gnedenko, E., Gorbunova, Z. & Safonov, G. (2001). *Uslovnaya otsenka stoimosti kachestva pitevoy vody v g. Samara* [Conditional assessment of the cost of drinking water's quality in Samara]. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/305613041_Uslovnaya_otsenka_stoimosti_kachestva_pitevoj_vody_v_g_Samara.

23. Kholodkov, V. V. & Bobylev, S. N. (2004). Formirovanie sovremennykh pokazateley ekonomicheskogo razvitiia g. Moskva s uchetom ekologicheskikh faktorov [Formation of modern indicators of economic development of Moscow taking into account environmental factors]. *Byuleten "Na puti k ustoychivomu razvitiyu Rossii"* [Bulletin «Towards sustainable Russia's development»], 26, 28–31.

Authors

Natalia Vasilevna Hkilchenko — PhD in Economics, Senior Research Associate, Nature Management and Geoecology Center, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: ecolog80@mail.ru).

Elena Aleksandrovna Atamanova — PhD in Economics, Research Associate, Nature Management and Geoecology Center, Institute of Economics of The Ural Branch of RAS; ORCID 0000–0003–1249–5226 (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: elataman@mail.ru).

Yuliia Olegovna Slavikovskaya — PhD in Economics, Senior Research Associate, Laboratory of ecology mining, Institute of Mining of the Ural Branch of RAS; Senior Research Associate, Nature Management and Geoecology Center, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; Scopus Author ID: E-7626–2014; ORCID: 0000–0003–2005–5650 (58, Mamina-Sibiriyaka st., Ekaterinburg, 620075; 29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: slavikov1977@mail.ru).