

Молоткова И. Л.,
Ставропольский государственный аграрный университет,
аспирант

Методические подходы к оценке антропогенного воздействия на природную среду региона

В статье рассмотрены актуальная проблема проведения комплексного исследования интенсивности антропогенного воздействия на окружающую природную среду в современных условиях. Автор с помощью практических методов анализа изучает влияние антропогенных факторов на окружающую природную среду. При этом акцент сделан на определение уровня антропогенного воздействия на основе расчета индикатора экологической безопасности и исследование состояния окружающей природной среды с его помощью.

Ключевые слова: экологическая безопасность, антропогенное воздействие, индикатор экологической безопасности, комплексное исследование интенсивности антропогенного воздействия.

Summary: In article pressing the actual questions of building complex research intensity anthropogenous influence of nature in modern conditions. The author carries out the with practical methods of the analysis expose connect ecological factors and level ecological safety, thus the accent is made on definition of level of anthropogenous influence on the basis of calculation of the indicator of ecological safety and research of a condition of surrounding environment with its help.

Keywords: ecological safety, anthropogenous influence, indicator of ecological safety, complex research intensity anthropogenous influence.

Основными источниками антропогенного загрязнения окружающей природной среды являются:

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ;
- сброс загрязненных вод;
- образование отходов производства и потребления.

Важно уметь адекватно оценивать динамику такого антропогенного воздействия на окружающую природную среду, как каждого из этих основных факторов загрязнения, так и их комплекса. При этом непременно следует определять параметры соответствующих инвестиций и природоохранных мероприятий и соотношения их динамики с динамикой нарастания антропогенной нагрузки на природную среду.

Конечно, масштаб решаемых задач требует рассмотрения достаточного числа показателей, адекватно характеризующих исследуемые явления. Здесь, как всегда в подобных исследованиях, имеет место проблема выбора структуры и числа показателей, а именно, определения их полноты, точности, избыточности и т.д. Существенные ограничения в этой связи связаны с доступностью информационной базы и требованиями

используемых статистических и математических методов. К тому же еще происходят изменения в соответствующих статистических подходах к учету экологических показателей, приводящие к трудностям, связанным, в частности, с полнотой и сопоставимостью информации. То есть налицо ситуация, которую можно охарактеризовать известными словами «искусство возможного».

Исходные данные для анализа и комплексной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду в Ставропольском крае представлены в табл. 1, где нами использованы следующие обозначения:

- x_1 – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. тонн;
- x_2 – улавливание и обезвреживание загрязняющих атмосферу веществ,

Таблица 1 – Показатели негативного антропогенного воздействия на природную среду и ее охраны в Ставропольском крае

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
2000		94.2	2233.0	230.0			76.1	492.4	102.8	350.3	23.7	1919.5	433.8	1400.9	84.9
2001		99.9	1786.0	228.0			158.9	726.5	140.5	522.8	40.7	2200.7	446.3	1667.3	87.0
2002		101.4	1729.0	234.1			150.1	781.5	87.6	631.4	42.5	2128.5	229.2	1754.9	144.4
2003	401.4	106.2	1468.0	222.2	570.0	324.0	287.1	935.5	130.5	725.5	64.4	2139.5	278.8	1730.9	129.7
2004	421.2	103.0	1578.0	223.7	613.0	351.0	345.2	1080.4	121.8	859.7	80.8	2465.5	324.8	1978.8	161.2
2005	431.0	72.4	1629.0	220.0	478.0	296.0	726.5	1104.1	96.9	872.6	103.2	2077.4	230.0	1699.8	147.6
2006	312.9	70.4	1490.0	217.0	526.0	383.0	588.7	1116.7	118.1	846.0	120.0	2035.5	151.9	1747.8	135.8
2007	405.9	68.9	1552.0	204.0	498.0	207.0	1221.0	1449.4	150.7	1107.0	140.0	2135.6	159.2	1889.9	86.5
2008	424.7	82.5	1839.0	194.0	230.0	183.0	370.9	1632.6	170.2	1157.4	277.9	2530.1	365.5	2057.0	107.6

- отходящих от стационарных источников, тыс. тонн;
- x_3 – забор воды из природных водных источников для использования, млн. м³;
- x_4 – сброс загрязненных сточных вод, млн. м³;
- x_5 – образование отходов производства и потребления, тыс. тонн;
- x_6 – использование и обезвреживание отходов производства и потребления, тыс. тонн;
- x_7 – инвестиции в основной капитал на охрану окружающей среды, использовано, млн. руб.;
- x_8 – текущие затраты по охране природы, всего, млн. руб.;

в том числе

- x_9 – по охране атмосферного воздуха, млн. руб.;
- x_{10} – по охране и рациональному использованию водных ресурсов, млн. руб.;
- x_{11} – по охране окружающей среды от отходов производства и потребления, млн. руб.;
- x_{12} – среднегодовая стоимость основных производственных фондов по охране окружающей среды, всего, млн. руб.;
- в том числе
- x_{13} – по охране атмосферного воздуха, млн. руб.;
- x_{14} – по охране и рациональному использованию водных ресурсов, млн. руб.;
- x_{15} – по охране окружающей среды от отходов производства и потребления, млн. руб.

Общая схема методики комплексной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду и природоохранных мероприятий представлена на рис. 1.

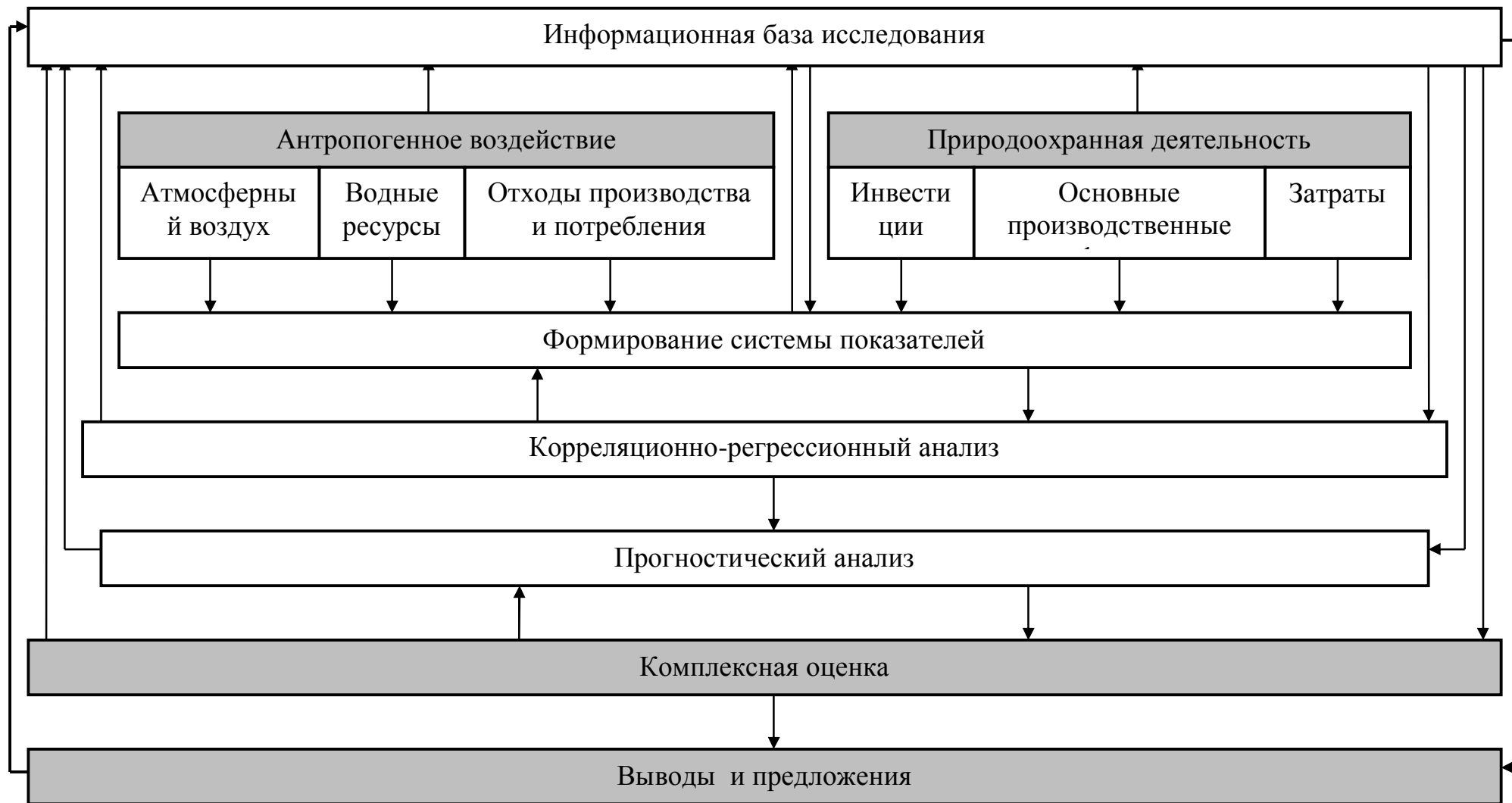


Рисунок 1 – Общая схема методики комплексной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду

Проведенный нами корреляционный анализ показателей, представленных в табл. 1 позволил сделать следующие заключения:

- объемы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и улавливание и обезвреживание загрязняющих атмосферу веществ коррелируют со среднегодовой стоимостью основных производственных фондов по охране атмосферного воздуха соответственно с коэффициентами корреляции 0.620 и 0.661 (2003-2008 гг.); однако важным обстоятельством является то, что улавливание и обезвреживание относится лишь к стационарным источникам загрязняющих веществ и не распространяется на нарастающие объемы выбросов в атмосферу от автомобильного транспорта, то есть имеют место серьезные проблемы по охране атмосферного воздуха, требующие незамедлительного принятия соответствующих природоохранных действий;
- более явно корреляционные зависимости просматриваются применительно к охране и рациональному использованию водных ресурсов: забор воды из природных водных источников для использования коррелирует с текущими затратами по охране и рациональному использованию водных ресурсов и среднегодовой стоимостью основных производственных фондов по охране и рациональному использованию водных ресурсов соответственно с коэффициентами парной корреляции 0.729 и 0.683, а сбросом загрязненных сточных вод – с коэффициентом (-0.725), сброс в свою очередь коррелирует с текущими затратами по охране и рациональному использованию водных ресурсов с коэффициентом (-0.934) – налицо в целом позитивные тенденции по охране водных ресурсов в регионе;
- показатель образования отходов производства и потребления коррелирует с объемами использования и обезвреживания отходов производства и потребления (коэффициент корреляции 0.757) и обнаруживает обратную зависимость с текущими затратами по охране окружающей среды от отходов производства и потребления (коэффициент корреляции -0.961), такая же зависимость прослеживается и применительно к использованию и обезвреживанию отходов производства и потребления (коэффициент корреляции -0.749); следовательно динамика текущих затрат по охране окружающей среды от отходов производства и потребления не отвечает потребностям соответствующих природоохранных мероприятий;
- инвестиции в основной капитал на охрану окружающей среды, к сожалению, не коррелируют с основными параметрами природоохранных мероприятий, что позволяет сделать заключение об их недостаточности и отсутствии целенаправленности в их осуществлении;
- корреляционный анализ не позволяет осуществить достаточно обусловленную комплексную оценку негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и соответствующих природоохранных мероприятий, так как для проведения разностороннего множественного корреляционного анализа нет достаточной информационной базы.

На основании проведенного корреляционного анализа представляется возможным установление ряда регрессионных зависимостей, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Регрессионные зависимости природоохранных мероприятий в Ставропольском крае, 2003-2008 гг.

№ п/п	Уравнение	Коэффициент детерминации
1	$x_{10} = 0.91x_3 - 521.76$	0.532
2	$x_4 = - 0.06x_3 + 315.73$	0.526
3	$x_4 = - 0.07x_{10} + 274.94$	0.872
4	$x_{11} = - 0.55x_5 + 397.69$	0.924
5	$x_6 = - 0.78x_{11} + 392.73$	0.561

Обратим внимание на то, что среди этих зависимостей отсутствуют уравнения для показателей выбросов и охраны атмосферного воздуха. На наш взгляд, это связано с огромными выбросами автомобильного транспорта и отсутствием достаточных защитных действий в этом направлении природоохраны. Да и статистическая значимость приведенных уравнений достаточно условна. Тем не менее, их анализ позволяет сделать следующие выводы об общих тенденциях в осуществлении природоохранных мероприятий в Ставропольском крае в последние годы:

- рост текущих затрат по охране и рациональному использованию водных ресурсов в регионе напрямую связан с нарастанием забора воды из природных водных источников для использования и при этом не происходит нарастания объемов сбросов загрязненных сточных вод, однако, что является позитивным обстоятельством, его снижение не влечет за собой сокращения текущих затрат по охране и рациональному использованию водных ресурсов – уравнения 1 – 3 табл. 2;
- образование отходов производства и потребления не сопровождается ростом, более того, имеет место снижение, текущих затрат по охране окружающей среды от отходов производства и потребления; это можно также сказать и применительно к использованию и обезвреживанию отходов производства и потребления, впрочем, использование и обезвреживание не обязательно должно сопровождаться наращиванием указанных затрат, так как эти отходы в ряде случаев могут служить сырьем для некоторых перерабатывающих производств – уравнения 4 и 5 табл. 2.;
- в целом проведенный корреляционно-регрессионный анализ указывает на отсутствие должной целенаправленности и последовательности в проведении природоохранной политики в Ставропольском крае в

рассматриваемом периоде.

При построении комплексного показателя оценки негативного антропогенного воздействия на окружающую природную среду мы руководствовались следующими соображениями:

- возможность содержательной интерпретации;
- соизмеримость «вклада» компонент;
- отражение динамики показателей загрязнения окружающей среды в результате антропогенного воздействия с учетом осуществления соответствующих природоохранных мероприятий.

Для выполнения сформулированных требований в качестве основы построения комплексного показателя возьмем темпы роста соответствующих величин загрязнения природной среды (в долях, k – год) до и после осуществления природоохранных мероприятий:

$$T_k^{\text{воздух}} = \frac{x_{1,k}}{x_{1,k-1}} \quad (1)$$

- для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух,

$$T_k^{\text{вода}} = \frac{x_{4,k}}{x_{4,k-1}} \quad (2)$$

- для сброса загрязненных сточных вод,

$$T_k^{\text{отходы}} = \frac{x_{5,k}}{x_{5,k-1}} \quad (3)$$

- для образования отходов производства и потребления,
- где $x_{i,k}$ – значение показателя x_i для k -го года;

$$T_{dk}^{\text{воздух}} = \frac{x_{1,k} - x_{2,k}}{x_{1,k-1} - x_{2,k-1}} \quad (4)$$

- для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух после улавливания и обезвреживания, загрязняющих атмосферу веществ

$$T_{dk}^{\text{вода}} = \frac{x_{4,k} / x_{3,k}}{x_{4,k-1} / x_{3,k-1}} \quad (5)$$

- для относительного показателя сброса загрязненных сточных вод,

$$T_{dk}^{\text{отходы}} = \frac{x_{5,k} - x_{6,k}}{x_{5,k-1} - x_{6,k-1}} \quad (6)$$

– для образования отходов производства и потребления после их использования и обезвреживания.

Первые три показателя (1) – (3) характеризуют динамику объемов образования вредных веществ от источников загрязнения окружающей среды. Однако относительную динамику «окончательного» негативного воздействия на нее отражают последние три показателя (4) – (6), так как именно они учитывают и образование вредных веществ и отходов, и их очистку и переработку. Поэтому именно они должны составлять основу комплексной оценки негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Но надо учитывать и динамику антропогенных загрязнений окружающей среды, так как их нарастание, как по отдельным направлениям, так и в целом, должно служить сигналом к наращиванию природоохранных мощностей и мероприятий.

Таким образом, комплексная оценка негативного антропогенного воздействия на окружающую среду может быть осуществлена посредством использования следующего показателя

$$T_k^{\text{комп}} = a_{1k} T_{dk}^{\text{воздух}} + a_{2k} T_{dk}^{\text{вода}} + a_{3k} T_{dk}^{\text{отходы}} \quad , \quad (7)$$

где

$$a_{1k} = \frac{T_k^{\text{воздух}}}{T_k^{\text{воздух}} + T_k^{\text{вода}} + T_k^{\text{отходы}}} \quad ,$$

$$a_{2k} = \frac{T_k^{\text{вода}}}{T_k^{\text{воздух}} + T_k^{\text{вода}} + T_k^{\text{отходы}}} \quad ,$$

$$a_{3k} = \frac{T_k^{\text{отходы}}}{T_k^{\text{воздух}} + T_k^{\text{вода}} + T_k^{\text{отходы}}} \quad -$$

весовые коэффициенты, отражающие относительные темпы роста выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сброса загрязненных сточных вод и образование отходов производства и потребления соответственно. При этом укажем, что

$$0 < \alpha_{ik} < 1, \quad i = 1, 2, 3,$$

здесь мы указали строгие неравенства, так как практически невозможны нулевые величины рассматриваемых темпов роста, и для всех k

$$\alpha_{1k} + \alpha_{2k} + \alpha_{3k} = 1.$$

Показатель $T_k^{\text{КОМП}}$ представляет собой, по сути, обобщенный темп роста антропогенных загрязнений окружающей среды для k -го года.

Отметим следующие свойства комплексного показателя (7):

$T_k^{\text{КОМП}} = 0$ – идеальное, практически недостижимое состояние – либо исчезли все вредные выбросы и отходы, либо они полностью очищены и переработаны;

$T_k^{\text{КОМП}} = 1$ – означает одновременную неизменность в течение k -го года объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух после улавливания и обезвреживания, относительного сброса загрязненных сточных вод и образования отходов производства и потребления после их использования и обезвреживания;

$T_k^{\text{КОМП}} < 1$ – если в k -ом году все величины (4)–(6) не превосходили 1, а, по крайней мере, одна из них меньше единицы, то есть имело место общее снижение всех видов загрязнений окружающей среды; в общем случае при выполнении этого неравенства будем считать, что в k -м году имело место относительное снижение негативной антропогенной нагрузки на природную среду;

$T_k^{\text{КОМП}} > 1$ – если в k -ом году величины (4)–(6) были не меньше единицы, а, по крайней мере, одна из них больше единицы, то имело место общее повышение уровня антропогенных загрязняющих воздействий на окружающую среду; для выполнения этого неравенства хотя бы одна из величин (4)–(6) должна быть больше единицы, то есть, как минимум, по одному из показателей имеет рост негативного воздействия на окружающую среду; в общем случае при выполнении этого неравенства будем считать, что в k -м году имело место относительное повышение негативной антропогенной нагрузки на природную среду;

усиление (снижение) негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду хотя бы по одному из трех направлений загрязнений окружающей среды при неуменьшении (неувеличении) по другим влечет за собой рост (падение) значений $T_k^{\text{КОМП}}$;

$T_m^{\text{КОМП}} > T_n^{\text{КОМП}}$ – считаем, что в m -м году темп роста негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду был выше, чем в n -м году, то есть уменьшение значения комплексного показателя (7) свидетельствует об относительном уменьшении

указанной нагрузки.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- построенная и реализованная методика комплексной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду региона является достаточно универсальной и позволяет формировать адекватное представление о масштабах и структуре указанного воздействия на природу, так как основывается на комплексной оценке негативного антропогенного воздействия на природу.
- предлагаемая методика допускает ее дальнейшее развитие, например, посредством учета лесоохранной деятельности и/или использования экспертных подходов;
- проведенные исследования вполне определенно указывают на отсутствие должной целенаправленности и последовательности в проведении природоохранной политики в Ставропольском крае, что проявляется как в отсутствии соответствующих зависимостей и тенденций, так и в неустойчивости количественных и структурных характеристик природоохранной деятельности – на это указывает и проведенный анализ значений частных показателей и комплексных оценок.

Литература

1. Безель В.С., Кряжимский Ф.В., Семериков Л.Ф., Смирнов Н.Г. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок // Экология. 1992. №6. С. 3-12.
2. Владимиров В. В. Урбоэкология. Курс лекций. — М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. — 204 с.
3. Гиусов Э.В. Экология и экономика природопользования. – М.: ЮНИТИ, 2000.
4. Думнов А.Д., Илюхин Д.А. Природные ресурсы и охрана окружающей природной среды в бюджетной системе России: опыт статистического анализа//Вопросы статистики. № 7 за 2006. С.31-44
5. Думнов А.Д. Окружающая природная среда и затраты на ее охрану (системное статистическое исследование). – М.: НИА-Природа, 2006.
6. Шпынов А.В. Сравнительный анализ некоторых биологических параметров и методов их обработки применительно к системе биомониторинга: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / КГПУ. – Калуга, 1998.
7. Уатт Г. География, ресурсы и окружающая среда. М., Прогресс, 1990.