

УДК 574
ББК 20.1
С-83

Страхова Наталья Анатольевна, доктор технических наук, профессор Ростовского государственного строительного университета, т.: 89185060081, e-mail: tan35@yandex.ru;

Бобарыкина Юлия Евгеньевна, ведущий специалист комитета по охране окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области, т.: 89188546406, e-mail: yprucakova@yandex.ru;

Сморгунова Марина Васильевна, преподаватель кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет».

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИНЯТИЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА

(рецензирована)

Статья посвящена проблеме принятия комплексного эколого-экономического решения при разработке методологии экологического аудита. Рассмотрены варианты решения поставленной задачи путем учета взаимосвязи и взаимообусловленность экономических и экологических проблем предприятия. В статье показана необходимость использования матричного метода при определении значимости критериев оценки экологического аудита. Подробно рассмотрены этапы матричного метода и конечный результат, на основании которого делается вывод по методике экологического аудита.

Ключевые слова: экологический аудит, окружающая среда, критерии оценки, значимость критерия оценки, матрица оценки негативных воздействий, агрегированный показатель, интегральный показатель риска

Strakhova Natalia Anatoljevna, Doctor of Technical Sciences, professor of Rostov State University of Civil Engineering, tel.: 89185060081, e-mail: tan35@yandex.ru;

Bobarykina Julia Eugenjevna., senior specialist of the Environmental Protection and Natural Resources Department of the Rostov region, tel: 89188546406, e-mail: yprucakova@yandex.ru;

Smorgunova Marina Vasyljevna, lecturer of the Department of Construction and General Professional Disciplines of FSBEI HPE "Maikop State Technological University".

METHODOLOGICAL APPROACHES OF MAKING ECO-ECONOMIC DECISIONS DURING ENVIRONMENTAL AUDIT

(reviewed)

The article deals with the making integrated environmental and economic decisions in the development of methodologies for environmental audit. Options for addressing this problem by considering the relationship and interdependence of economic and environmental problems of the company have been discussed. The article shows the necessity of using the matrix method to determine the significance of the evaluation criteria of environmental audits. The stages of the matrix method and the final result on the basis of which a conclusion on the method of environmental audits is made has been considered.

Keywords: environmental audit, the environment, evaluation criteria, importance of evaluation criteria, negative impacts assessment matrix, aggregate index, integral risk index.

В последнее десятилетие в мировой практике наметились позитивные тенденции, направленные на решение проблем охраны окружающей среды для обеспечения дальнейшего экологически устойчивого социально-экономического развития. Определяющим фактором в институционализации такого подхода, помимо социально-политических предпочтений, сложившихся в сознании наций, является новое экологическое мышление. Его формирование особенно важно на этапе крупных преобразований в экономике. В период рыночных преобразований особенно актуальны проблемы устойчивого экономико-экологического развития для многих территорий, где остро стоят проблемы охраны окружающей среды. Для их успешного практического решения необходимо расширение и обогащение средств механизма экономического природопользования на основе разработки и внедрения его новых элементов и инструментария, в том числе природоохранного регулирования. Одним из наиболее эффективных инструментов экономико-экологического контроля в процессе становления рыночной экономики должен стать экологический аудит.

Еще недавно был незыблем постулат о том, что рыночная экономика базируется только на

материальных интересах ее участников. Однако в современных условиях обострения экологических проблем рынок побуждает к рациональному хозяйствованию и совмещению бизнеса с решением экологических проблем. По утверждению представителей крупных фирм Европы «зеленый имидж» вызван коммерческой необходимостью, способностью фирмы «смотреть далеко вперед». Это способ защитить свой бизнес. Многие фирмы считают, что своевременная политика осуществления экологически обоснованного подхода к бизнесу является своего рода капиталовложением, ориентированным, в том числе, и на завоевание обширного рынка. Представители многих крупных фирм осознали, что обязаны работать с большей ответственностью по отношению к окружающей среде [1].

Экономический механизм экологического регулирования – сложная многоуровневая система отношений субъектов хозяйствования между собой и с вышестоящими органами. Связующим рычагом этих отношений должен стать экологический аудит – инструмент, включающий в себя организационно-экономические факторы защиты окружающей среды. Он позволяет выбрать оптимальный вариант природоохранных сооружений, организовать информационно-аналитический контроль за состоянием и степенью эксплуатации природоохранной техники, дать экономическую оценку намечаемых технологических усовершенствований [2].

При этом существующая стандартная методика проведения экологического аудита, несмотря на все достоинства и возможности его применения, имеет ряд задач, которые необходимо решить для приведения методики экологического аудита к надлежащему виду.

Основной задачей, решение которой позволит экологическому аудиту стать одним из важнейших элементов системы управления качеством окружающей среды на предприятии, является совершенствование методической базы в области проведения экологического аудита, поскольку в настоящее время она является устаревшей или отсутствует вообще.

Другой не менее важной задачей является автоматизация процедуры проведения экологического аудита, то есть представление в более удобной и доступной форме не только для ЭВМ, но и для человека. Решение этой задачи позволит максимально повысить объективность и достоверность принимаемых решений по результатам аудита, снизить влияние субъективных факторов экоаудитора.

Поскольку для определения комплексной оценки деятельности предприятия необходимо исследовать все аспекты его хозяйственной деятельности, экологический аудит должен объединять и расширять программы и методики уже существующих видов аудита – производственного, финансовой деятельности, аудита на соответствие.

При этом схема должна легко адаптироваться для любого вида аудита с отражением целей и содержания каждого этапа и организационных особенностей проведения экологического аудита.

Для этого необходимо представить схему экологического аудита в виде методики, в которой последовательно проводится каждый этап, а при необходимости можно вернуться к предыдущим и повторить действия.

Методика проведения экологического аудита должна включать в себя решение не только экологических, но и экономических задач. Решение этих задач должно осуществляться неразделимо, тесно взаимосвязано между собой, обуславливая друг друга, поскольку хозяйственная деятельность человека не может рассматриваться как нечто изолированное от окружающей среды. В тоже время антропогенные выбросы вредных веществ не могут не оказывать влияние на процессы, протекающие в естественных экосистемах.

Для решения этих задач нами усовершенствована методика проведения экологического аудита, включающая в себя 4 блока: блок исходных данных, расчетный блок, блок определения значимости и блок вывода данных.

Каждый из этих блоков является неотъемлемой частью методики. Но наибольшую важность представляет блок определения значимости. Именно в этом блоке экоаудитор устанавливает значимость того или иного критерия оценки экологического аудита при определении негативного воздействия предприятия на окружающую среду.

Реализация любого существующего метода определения значимости имеет принципиальные трудности. Поэтому для решения данной задачи нами выбрана методика оценки значимости, позволяющая комплексно проанализировать каждый из критериев оценки и учесть мнение заинтересованных сторон. В качестве такой методики может выступить матричный метод, который позволит провести эффективную оценку критериев экологического аудита и наиболее узких

мест в хозяйственной деятельности предприятия, а также найти баланс между деятельностью предприятия и охраной окружающей среды.

При проведении экологического аудита составляются матрицы по базовым критериям, учитываемым в методике: финансовым, экологическим и социальным. В свою очередь, базовые критерии характеризуются наборами своих составляющих факторов. Агрегирование составляющих факторов на уровень базовых факторов может осуществляться на основе матричной схемы агрегирования [3]. Рассмотрим суть данной схемы. Для этого определим понятие «терм-множество значений». Терм-множество значений – это совокупность лингвистических значений некоторой лингвистической переменной.

Для заданной лингвистической переменной «Уровень фактора» с терм-множеством значений «Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень Высокий» вводится система из пяти соответствующих функций принадлежности $\mu_1(x) \dots \mu_5(x)$ трапецеидального вида (формулы 1-5).

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(0.25 - x), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 0, 0.25 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(x - 0.25), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 1, 0.25 \leq x < 0.35 \\ 10(0.45 - x), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 0, 0.45 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.35 \\ 10(x - 0.35), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 1, 0.45 \leq x < 0.55 \\ 10(0.65 - x), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 0, 0.65 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.55 \\ 10(x - 0.55), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 1, 0.65 \leq x < 0.75 \\ 10(0.85 - x), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 0, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.75 \\ 10(x - 0.75), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 1, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

Построенные функции принадлежности приведены на рисунке 1.

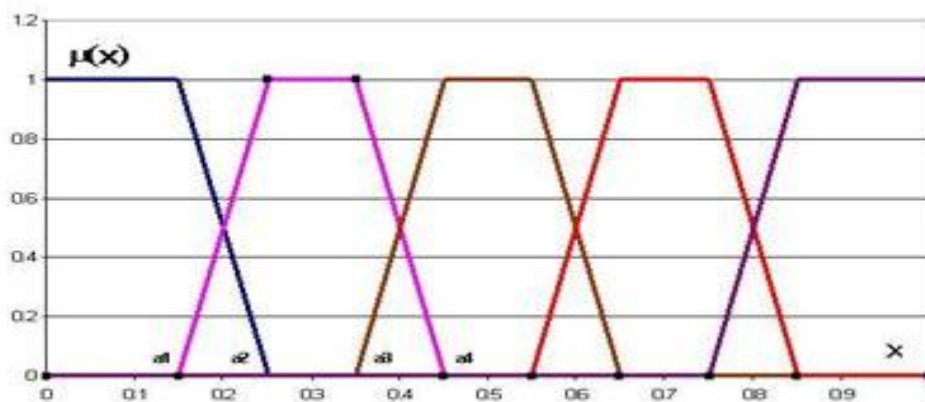


Рис. 1 – Система трапецевидных функций принадлежности на 01-носителе

В качестве носителя x лингвистической переменной выступает отрезок вещественной оси $[0, 1]$. Любые конечномерные отрезки вещественной оси могут быть сведены к отрезку $[0, 1]$ путем простого линейного преобразования, поэтому выделенный отрезок единичной длины носит универсальный характер и называется 01-носителем [4]. Выбор данного отрезка вещественной оси обуславливается тем, что классическим методом оценки качества является вероятностный, где

вероятность проявления критерия также оценивается на отрезке $[0, 1]$.

Вводится также набор так называемых *узловых точек* $\alpha_j = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$, которые являются, с одной стороны, абсциссами максимумов соответствующих функций принадлежности на 01-носителе, а с другой стороны, равномерно отстоят друг от друга на 01-носителе и симметричны относительно узла 0.5 [5].

Тогда лингвистическая переменная «Уровень фактора», определенная на 01-носителе, в совокупности с набором узловых точек называется *стандартным пятиуровневым нечетким 01-классификатором*.

Если существует набор из $i=1 \dots N$ отдельных факторов со своими текущими значениями x_i , и каждому фактору соответствует свой классификатор, то можно перейти от набора отдельных факторов к единому *агрегированному фактору* A^N , значение которого затем распознается с помощью стандартного классификатора. Количественное значение агрегированного фактора определяется по формуле двойной свертки:

$$A^N = \sum_{i=1}^N p_i \sum_{j=1}^5 \alpha_j \mu_{ij}(x_i),$$

где: α_j – узловые точки стандартного классификатора, p_i – вес i -го фактора в свертке, $\mu_{ij}(x_i)$ – значение функции принадлежности j -го качественного уровня относительно текущего значения i -го фактора.

Далее показатель A^N можно подвергнуть распознаванию на основе стандартного нечеткого классификатора. Узловые точки в нечетком классификаторе выступают в качестве весов при агрегировании системы факторов на уровне их качественных состояний.

Уровней в классификаторе может быть произвольное число. Например, три. Следовательно, существует *стандартный трехуровневый нечеткий 01-классификатор* (состояния *Низкий, Средний, Высокий*) с функциями принадлежности [4]. Таким образом, можно построить матрицу, где по строкам расположены факторы, а по столбцам – их качественные уровни. На пересечении строк и столбцов лежат значения функций принадлежности соответствующих качественных уровней. Матрица дополняется еще одним столбцом весов факторов в свертке p_i и еще одной строкой с узловыми точками α_j . Тогда для расчета агрегированного показателя A^N в полученной матрице собраны все необходимые исходные данные. Поэтому схема агрегирования данных называется *матричной*.

В соответствии с рассмотренной схемой x_i есть не что иное, как агрегированный показатель по i -му базовому фактору – A_i^N . Таким образом, получается формула интегрального показателя риска:

$$R_{int} = \sum_{i=1}^M (w_i \cdot A_i^N),$$

где: M – число базовых рискообразующих факторов.

Веса базовых факторов – W_i – как правило, рассчитываются с помощью метода простого ранжирования, пропорционального метода или метода попарного сравнения. Если существует возможность проранжировать все факторы в порядке убывания их значимости, то значимость i -го фактора можно определить по правилу Фишберна:

$$w_i = \frac{2(N - i + 1)}{(N + 1)N}$$

Если все факторы обладают равной значимостью (равнопредпочтительны или системы предпочтений нет), тогда:

$$W_i = 1/N,$$

Для простоты понимания предположим, что все базовые факторы равнопредпочтительны, следовательно, $W_i \approx 0,17$.

Распознавание интегрального показателя риска – R_{int} осуществляется в соответствии со стандартным пятиуровневым нечетким 01-классификатором, представленным в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация уровня интегрального показателя риска на основе стандартного пятиуровневого нечеткого 01-классификатора

Интервал значений R_{int}	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq R_{int} \leq 0.15$	R_{int_1}	1
$0.15 < R_{int} < 0.25$	R_{int_1}	$\mu_1 = 10 \times (0.25 - R_{int})$
	R_{int_2}	$1 - \mu_1 = \mu_2$
$0.25 \leq R_{int} \leq 0.35$	R_{int_2}	1
$0.35 < R_{int} < 0.45$	R_{int_2}	$\mu_2 = 10 \times (0.45 - R_{int})$
	R_{int_3}	$1 - \mu_2 = \mu_3$
$0.45 \leq R_{int} \leq 0.55$	R_{int_3}	1
$0.55 < R_{int} < 0.65$	R_{int_3}	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - R_{int})$
	R_{int_4}	$1 - \mu_3 = \mu_4$
$0.65 \leq R_{int} \leq 0.75$	R_{int_4}	1
$0.75 < R_{int} < 0.85$	R_{int_4}	$\mu_4 = 10 \times (0.85 - R_{int})$
	R_{int_5}	$1 - \mu_4 = \mu_5$
$0.85 \leq R_{int} \leq 1.0$	R_{int_5}	1

В таблице 2 приведены соответствия между именами значений терм-множествах и их условными обозначениями.

Теперь необходимо вернуться к рассмотрению агрегирования составляющих факторов до базовых факторов. Для составления матрицы необходимо иметь следующие данные:

1. Набор составляющих факторов (далее – С-факторы) для базового фактора;
2. С помощью соответствующих методов экспертных оценок (например, метода простого ранжирования, метода попарного сравнения) определить:
 - веса С-факторов относительно базового фактора;
 - вероятность (ожидаемость) появления события, связанного с соответствующим С-фактором;
3. Узловые точки стандартного пятиуровневого 01-классификатора [5, 6].

Таблица 2 - Соответствие между именами значений в терм-множествах и условными обозначениями для стандартных пятиуровневого и трехуровневого нечетких 01-классификаторов

Уровни стандартного пятиуровневого 01-классификатора	Условное обозначение для уровня R_{int}	Уровни стандартного трехуровневого 01-классификатора	Условное обозначение для уровня R_{int}
Очень низкий	R_{int_1}	---	---
Низкий	R_{int_2}	Низкий	R_{int_1}
Приемлемый	R_{int_3}	Приемлемый	R_{int_2}
Высокий	R_{int_4}	Высокий	R_{int_3}
Очень высокий	R_{int_5}	---	---

Пример матрицы для оценки фактора представлен на таблице 3.

Таблица 3 - Матрица для оценки базового фактора «Экологический»

Факторы	Значимости (веса)	Функции принадлежности (вероятность) для уровней С-факторов:				
		Очень низкий (μ_1)	Низкий (μ_2)	Средний (μ_3)	Высокий (μ_4)	Очень высокий (μ_5)
C_1	0.2	0	0	1	0	0
C_2	0.5	0	0	0.5	0.5	0
C_3	0.3	0	1	0	0	0
Узловые точки		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Применение матричного метода позволяет комплексно провести экологическую оценку деятельности предприятия. Здесь анализируется как количественная, так и качественная информация, что очень важно в нашем случае, так как в методике проведения экологического аудита используется большое количество разнородных данных. Поэтому использование матричного метода в наибольшей степени удовлетворяет нашей задаче.

Таким образом, методика проведения экологического аудита, разработанная нами на основании существующей, позволяет принять решение по снижению (предотвращению) воздействия хозяйственной деятельности субъекта на окружающую среду, учитывая взаимосвязь и взаимообусловленность экономических и экологических проблем предприятия. Разработанный пошаговый алгоритм, использующий матричный метод для принятия решения, позволяет в режиме реального времени осуществлять объективно обоснованный выбор мероприятий по снижению (предотвращению) воздействия на окружающую среду с учетом всей совокупности собранной информации.

Методика включает в себя анализ всех аспектов деятельности предприятия, что позволяет уточнить причины загрязнения окружающей среды, техническое состояние основных природоохранных объектов; определить соответствие действующему законодательству в области охраны окружающей среды; сформировать представительное множество вариантов эколого-экономических решений по снижению (предотвращению) воздействия хозяйственной деятельности с последующим выбором варианта, наилучшего для данных условий.

Литература:

1. Основы экологического аудита: учебное пособие / под ред. А.Т. Никитина, С.А. Степанова. М.: МНЭПУ, 2001. 392 с.
2. Смирнов Е.Е. Актуальные проблемы экологического аудита // Аудитор. 2004. №12. С. 3-8.
3. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Статистика, 1980. 263 с.
4. Гранатуров В.М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дело и Сервис, 2002. 208 с.
5. Окрепилов В.В. Управление качеством. СПб.: Наука, 2000. 911 с.
6. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1996. 192 с.

References:

1. *Fundamentals of Environmental Audit: manual / Ed. A.T. Nikitin, S.A. Stepanov. – M.: MNEPU, 2001. 392 p.*
2. *Smirnov E.E. Actual problems of environmental audit // Auditor. 2004. №12. P. 3-8;*
3. *Beshelev S.D., Gurvich F.G. Mathematical and statistical methods for peer review. 2nd ed., Rev. and add. M.: Statistics, 1980. 263 p.*
4. *Granaturov V.M. Economic risk: nature, measurement methods, ways to reduce. 2nd ed., Rev. and add. M.: Business and Services, 2002. 208 p.*
5. *Okrepilov V.V. Quality management. St. Ptb.: Nauka, 2000. 911 p.*
6. *Balabanov I.T. Risk management. M.: Finance and Statistics, 1996. 192 p.*