

УДК 504.03

**ПОДХОДЫ К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА***Пожарицкая И.М. , Униятова О.А.*

*В статье изучены подходы к оценке экологического риска: модельный, инженерный, экспертный, социологический и аудиторский. Определена взаимосвязь между рассматриваемыми методами оценки риска.*

**Ключевые слова:** экологический риск, методика оценки, экологический аудит

Оценка экологического риска является одним из элементов экологического менеджмента и относится к нормированию качества окружающей природной среды. Экологические риски в общем виде можно определить как риски экономических потерь, ущербов, которые могут быть у объектов различного уровня общественной организации вследствие ухудшения состояния (качества) окружающей среды (экологических нарушений) [3, с.12].

Разные авторы выделяют различные подходы к методике оценки экологического риска. Наиболее полный подход предлагают авторы учебного пособия «Экологический менеджмент» под редакцией В.Ф. Семенова, О.Л. Махайлюка, которые выделяют инженерное, модельное, экспертное и социальное направление в оценке экориска, не уделяя внимания их детальному изучению [6, с.208]. Ученые Тихомиров Н.П. и Потравный И.М. рассматривают модельный, социальный и экспертный подход к методике оценки, возможно, это связано с тем, что они исследуют лишь эколого-экономические риски [3, с.8-11, 85-90, 198-199]. Авторы учебника «Экономические основы экологии» рассматривают только инженерное направление в оценке экорисков [5, с. 268-270]. Однако, кроме вышеуказанных направлений, еще следует выделить аудиторский подход к методике оценки экологического риска, который может быть разработан согласно Закону Украины «Об экологическом аудите».

Цель статьи состоит в систематизации информации о существующих методиках оценки экологического риска и выделении сущности каждой, включая экологический подход.

Из вышеуказанного следует, что в оценке экологического риска можно выделить следующие направления: модельное, инженерное, экспертное, социологическое и аудиторское. Кроме того, существует два вида анализа рисков – количественный и качественный анализ. Количественный анализ численно определяет размер отдельных рисков и риска всего проекта в целом. Для этого используются методы теории вероятностей и математической статистики. Качественный анализ связан с оценкой нефинансовых показателей (репутации предприятия, соблюдение экологического законодательства, участие в природоохранных мероприятиях и т.п.) [2].

В рамках *модельного направления* оценки экологического риска разрабатываются математические модели процессов, которые приводят к нежелательным последствиям для человека и окружающей среды при использовании вредных химических веществ и соединений.

Наиболее общей моделью оценки экологического риска является показатель среднего риска, рассчитываемый согласно формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} X_i \quad (1)$$

где  $P_{ij}$  – вероятность получения ущерба размера  $X_i$  в результате наступления неблагоприятного события  $j$ -го типа;

$X_i$  – величина ущерба, выраженная в соответствующих показателях (как правило, в стоимостном выражении);

$R$  – количественная мера риска (средний риск), выражаемая в тех же показателях, что и ущерб;

$n, m$  – число возможных вариантов ущербов, которые могут быть при наступлении неблагоприятного события, включая и нулевой ущерб.

Однако приведенная выше зависимость (1) является только общим показателем оценки уровня экологического риска. Существует несколько моделей оценки экологического риска.

Если объект принимает, которые помогут уменьшить потери от неблагоприятного события, тогда

говорят о чистых рисках. Обычно меры по снижению потерь от неблагоприятного воздействия сопряжены с определенными затратами. В таком случае в формуле среднего риска необходимо связать вероятность ущерба  $P_{ij}$  при наступлении события  $j$ -го типа с осуществленными для его предотвращения затратами. В таком случае формула (1) примет такой вид:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_j P_i(j, z_i) X_i, \quad (2)$$

где  $P_i(j, z_i)$  – условная вероятность возникновения ущерба  $X_i$  при наступлении неблагоприятного события  $j$ -го типа и осуществления защитных мероприятий от него с затратами  $z_i$  [3, с.9].

Иногда объект может выбрать более рискованную ситуацию с большей вероятностью ущерба, рассчитывая получить дополнительные преимущества (прибыль), или предпринять действия по избежанию риска: переезд в более безопасное место и т.д. В таком случае говорят о спекулятивных рисках, основанных на субъективном решении, которое зависит от отношения объекта к риску. С учетом наличия возможности выбора величина среднего риска определяется по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij}(V) P_j P_i(j, z_i) X_i, \quad (3)$$

где  $g_{ij}(V)$  – вероятность выбора объектом ситуации, характеризующейся вероятностью наступления неблагоприятного события  $P_j$  и законом распределения ущерба  $P_i(j, z_i)$ , в свою очередь зависящим от принятых мер по защите  $z_i$  [3, с.10].

Авторы согласны, что использование двух различных моделей для оценки спекулятивного или чистого риска зависит от особенностей исследуемого объекта и его возможности влиять на вероятности возникновения риска.

Инженерное направление в оценке экологического риска представляет собой расчет вероятностей возникновения аварий на основе сбора статистических данных об авариях и связанных с ними выбросах токсических веществ в окружающую среду. Оценка риска аварии необходима постоянно, т.к. она зависит не только от проектных параметров, но и от текущей ситуации, прежде всего от сочетания управленческих действий, параметров осуществления процесса, состояния оборудования и персонала, внешних условий. Предупреждение аварии возможно при постоянном контроле за процессом и прогнозировании риска [5, с.289], с чем нельзя не согласиться, поскольку постоянный мониторинг процессов, происходящих на экологически опасном промышленном объекте даст возможность не только предугадать, но и предотвратить аварию.

Разнообразие предприятий сводит практически к нулю возможность унификации оценки риска. В основе формализованной оценки риска лежит экспертная таблица локальных рисков. В таблице представлены две группы оценок: оценка риска по параметрам процесса; оценки риска по ситуациям.

Первая группа оценок риска формируется экспертами как вероятность аварии по интервалам значений параметров технологического режима: скорость, давление, температура, расстояние, масса, вибрация и др. Эта группа оценок составляется по отдельным агрегатам и участкам предприятия.

Вторая группа оценок риска формируется экспертами как вероятность аварии по комбинации значений нескольких параметров технологического процесса. Набор этих ситуаций составляется на основе имитационного исследования.

Для оценок риска возможно использование нескольких уровней, предусматривающих рост значения оценок в зависимости от состояния оборудования, квалификации персонала, внешних условий, а также снижение значения оценок при использовании систем автоматической защиты, постоянного контроля и предупреждения аварий.

Степень экологической опасности производства оценивается по формуле:

$$Y_i = f(U_i \times V_i) \quad (4)$$

где  $Y_i$  - функция экологического состояния;  $U_i$  - объем выпуска продукции;  $V_i$  - расходы на экологические мероприятия [6, с.210]. эта модель является справедливой, поскольку объемы производственной деятельности и расходов на экологические мероприятия должны находить-

ся в прямо пропорциональной зависимости, тогда экологическое состояние объекта будет удовлетворительным.

Поскольку экологическая безопасность объекта состоит не только из вероятности аварий, значимости факторов влияния, но и зависит от того, какие реципиенты попадают в зону влияния аварии, то фактор влияния определяется местом расположения объекта, климатическими условиями, доаварийным состоянием окружающей среды.

Тогда экологическую опасность аварийной ситуации в регионе можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_o = f(P, P_i), \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_o$  – экологическая опасность возникновения аварии на предприятиях региона;  $P$  – вероятность возникновения аварии на объектах региона;  $P_i$  – фактор веса последствий аварии.

В рамках инженерного направления также проводится анализ рисков, связанных с последствиями аварий: оценка последствий для человека и окружающей среды, а также распространение в окружающей среде загрязняющих веществ.

Фактор значимости последствий аварии является функцией нескольких переменных:

$$R_i = f(b, y, C, Z), \quad (6)$$

где  $b$  – средневзвешенное значение показателя, характеризующий реципиентный состав объектов в зоне загрязнения;  $y$  – комплексный показатель климатических условий;  $C$  – показатель, характеризующий доаварийное состояние качества окружающей среды;  $Z$  – совокупные приведенные затраты на экологическую деятельность в регионе [6, с.211]. Согласимся, что все приведенные переменные характеризуются определенной степенью влияния на последствия возможных аварий в регионе.

Оценка последствий для человека и окружающей среды включает исследование процессов распространения в окружающей среде и миграции в экосистемах (по пищевым цепям) загрязняющих веществ, оценку эффективности их воздействия на человека, живые организмы и сообщества.

Экспертное направление оценки экологического риска используется в условиях недостатка статистической информации для выявления частот вероятностей неблагоприятных событий, невозможности построения аналитической модели события или ее слишком сложного вида, затрудняющего получение значений этих оценок. Тогда перед экспертами ставится задача вероятностной оценки последствий событий, связанных с анализом риска.

Эксперт, обосновывая значение вероятности события  $j$ -го типа  $P_j$  или значение параметра распределения, принимает во внимание все множество факторов, которое, по его мнению, влияет на частоту рассматриваемого события, его силу. В соответствии с собственными представлениями о закономерностях проявления события он может формировать его сценарий и находить оценку с использованием формального аппарата, вытекающего, например, из дерева событий. Однако во всех этих случаях полученная оценка рассматривается как субъективная характеристика [3, с.86]. Экспертиза проводится, как правило, с участием нескольких экспертов, которые во избежание систематической ошибки в решении обычно работают анонимно, независимо друг от друга (за исключением метода «мозговой атаки»). По мнению авторов, экспертная оценка, даже с участием ряда экспертов, не позволяет объективно и в полной мере оценить все возможные все возможные риски, связанные с тем или иным объектом.

Тем более, что на практике ситуации, когда мнения экспертов полностью совпадают, встречаются не так уж часто. В таких условиях возникает задача определения обобщенного решения группы экспертов с использованием полученных от каждого из них индивидуальных решений. Обобщенное решение рассматривается уже как объективное, поскольку предполагается, что отклонения некоторых индивидуальных мнений (решений) от группового, обусловленные субъективной составляющей, взаимно погашаются [3, с.86]. авторы согласны, что использование обобщенного решения позволяет аккумулировать единое мнение из оценок различных экспертов.

Обобщенное решение группы может быть определено как медиана этих оценок, как решение, которое назвали большинство экспертов, и т.п.

В качестве меры согласованности экспертных решений на практике обычно рассматривают коэффициенты конкордации, ранговые коэффициенты корреляции и некоторые другие. Например, коэффициент конкордации определяется на основании следующей формулы:

$$W = \frac{\sigma_{\phi}^2}{\sigma_{max}^2}, \quad (7)$$

где  $\sigma_{\phi}^2$  - фактическая дисперсия оценок (рангов оценок), данных экспертами;  $\sigma_{max}^2$  - дисперсия оценок, полученных при полном совпадении мнений экспертов [3, с.87]. Данный коэффициент, на наш взгляд, действительно позволяет оценить степень разнообразия или согласованности экспертных оценок и принять решение об их достоверности.

Следует иметь в виду, что при проведении экспертизы зачастую предполагаемые варианты значений вероятностей события уже известны и задачей эксперта является формирование балльной оценки того или иного варианта, определяющей меру предпочтительности каждого из них. Для этих целей обычно используют 100-балльную шкалу, и каждому из вариантов эксперт присваивает определенное количество баллов в зависимости от его доверия этому варианту (табл. 1).

Таблица 1.

Ранги экспертных оценок				
Эксперты	Варианты вероятностей			
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	...	P <sub>n</sub>
1	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	...	a <sub>1n</sub>
2	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	...	a <sub>2n</sub>
...	...	...	...	...
M	a <sub>m1</sub>	a <sub>m2</sub>	...	a <sub>mn</sub>
Суммарный ранг	$\sum_i a_{i1}$	$\sum_i a_{i2}$	...	$\sum_i a_{in}$

В этом случае значение  $\sigma_{\phi}^2$  вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma_{\phi}^2 = \sum_{i=1}^m \left\{ \sum_{j=1}^n a_{ij} - \frac{1}{2} n(m+1) \right\}^2. \quad (8)$$

Значение  $\sigma_{max}^2$  при отсутствии совпадающих оценок у альтернатив, присвоенных каким-либо экспертом, определяется на основе параметров  $m$  и  $n$  по формуле:

$$\sigma_{max}^2 = \frac{1}{12} nm^2 (n^2 - 1). \quad (9)$$

При наличии совпадающих оценок значение  $\sigma_{max}^2$  определяется следующим образом:

$$\sigma_{max}^2 = \frac{1}{12} nm^2 (n^2 - 1) - m \sum_{i=1}^m T_i, \quad (10)$$

где  $T_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (t_i^3 - t_i)$  и  $t_i$  - число одинаковых рангов, присвоенных  $i$ -ым экспертом [3, с.88-89].

Величина коэффициента конкордации может варьировать в пределах от 0 до 1. Ее значения, близкие к 0, свидетельствуют об отсутствии согласованности мнений экспертов (обычно меньше 0,5), близкие к единице - об их сильной согласованности.

На наш взгляд, данный метод снижает уровень субъективности общего решения, поскольку не дает экспертам возможности самостоятельно рассчитать вероятность того или иного события.

*Социологическое направление* в анализе экологических рисков позволяет определить степень риска для отдельных групп населения. В данном случае риск рассматривается как ущерб здоровью населения, а не как вероятность возникновения неблагоприятного события.

При рассмотрении экологических рисков в социологическом направлении возникает два аспекта: морально-этический и экономический [3, с.196]. В морально-этическом плане жизнь человека, его здоровье являются бесценными. Государство должно стремиться создать максимально безопасную окружающую среду для человека. Однако такая цель практически недостижима. Фактически всегда существует опасность потери здоровья или утраты жизни. Тогда речь идет об оптимизации стратегии в сфере укрепления здоровья и повышения продолжительности жизни населения в условиях ограниченных ресурсов общества.

В экономическом плане такая оптимизация предполагает необходимость сопоставления затрат на защиту населения от неблагоприятных изменений состояния окружающей среды, с одной стороны, и экономических выгод, обусловленных снижением заболеваемости и смертности, с другой стороны. В этом случае возникает необходимость в оценке реального ущерба от заболеваемости и смертности населения..

Основной характеристикой, позволяющей сопоставить размеры физического ущерба при заболевании человека, его преждевременной смерти является продолжительность потерянного времени. В случае заболеваемости – это продолжительность болезни, в случае смерти – разница между среднеожидаемой продолжительностью жизни и фактически прожитым числом лет. Иногда в этих целях используют число трудовых дней. При получении тяжелых травм учитывается период снижения трудоспособности в течение всей последующей жизни [3, с.197]. На основании такого подхода общая величина физического ущерба здоровью и жизни населения местности в количестве  $N$  человек может быть определена согласно следующему выражению:

$$Y(N, \Delta S) = N \sum_{i=1}^k (n_i(\Delta S) - n_{i_{фон}}) T_i, \quad (11)$$

где  $Y(N, \Delta S)$  - количество потерянного времени населением в  $N$  человек из-за повышения заболеваемости, смертности, обусловленного снижением качества окружающей среды на величину  $\Delta S$ ;  $n_i(\Delta S)$  - число заболеваний  $i$ -го типа (смертей), зафиксированное при снижении качества окружающей среды;  $n_{i_{фон}}$  - число болезней  $i$ -го типа (смертей) при нормальном состоянии окружающей среды;  $T_i$  - средняя продолжительность болезни  $i$ -го типа;  $N$  – число жителей рассматриваемой местности;  $k$  – число рассматриваемых типов болезней [3, с.198]. Однако, на наш взгляд, данная модель позволяет учесть только экономический эффект от потери физического здоровья, тогда как психологические последствия травмы и их влияние на производительность труда населения не учитываются.

Выражение, представленное ниже, определяет среднее количество потерянных дней в расчете на одного человека или 10 000 человек, в зависимости от нормировки показателей  $n_i(\Delta S)$  и  $n_{i_{фон}}$ :

$$Y(I, \Delta S) = N \sum_{i=1}^k (n_i(\Delta S) - n_{i_{фон}}) T_i \quad (12)$$

На практике значения  $n_i(\Delta S)$  и  $n_{i_{фон}}$  обычно определяются для различных половозрастных групп населения (дети, трудоспособное и пенсионного возраста население). В этом случае значения  $Y(N, \Delta S)$  также рассчитываются для этих возрастных групп отдельно, а затем общий показатель ущерба получается путем усреднения с учетом их численности [3, с.198]. Данная модель, на наш взгляд, позволяет детализировать анализ последствий для различных групп населения.

В выражении (13) преждевременная смерть учитывается как один из видов заболеваемости с соответствующим количеством потерянного времени. При этом «удельный вес» смертности обычно велик при техногенных авариях и природных катастрофах.

Во многих исследованиях отмечается, что во время болезни у человека сохраняется относительная трудоспособность и число дней, пропущенных по болезни, не эквивалентно такому же числу дней недожитой жизни. Эту разницу в выражении (13) обычно предлагается учитывать путем введения специального множителя, отражающего тяжесть болезни, определяемую по состоянию больного. Смерть имеет тяжесть 1, остальные болезни могут характеризоваться тяжестью, например, от 1 до 0,11. С учетом такой поправки выражение (13) принимает следующий вид:

$$Y(N, \Delta S) = N \sum_{i=1}^k (n_i(\Delta S) - n_{i_{фон}}) q_i T_i, \quad (13)$$

где  $q_i$  - показатель тяжести  $i$  - й болезни [3, с.199].

Использование коэффициента тяжести, по мнению авторов, позволяет более точно оценить степень влияния экологической катастрофы на трудоспособность населения.

*Аудиторское направление* оценки экологического риска связано с профессиональным суждением аудитора для определения весомости факторов, которые касаются оценки присущего (неотъемлемого) риска при разработке общего плана аудита. При определенных обстоятельствах эти факторы могут включать риск существенного искажения финансовых отчетов по вопросам, связанным с охраной окружающей среды. Согласно Международному стандарту аудита (МСА) № 1010 «Изучение вопросов, связанных с охраной окружающей среды, при аудиторской проверке финансовой отчетности» оценка экологического риска аудитором оценивается на двух уровнях: на уровне финансовой отчетности и на уровне остатков на бухгалтерских счетах и классов хозяйственных операций [1, с.648-666]. Данный подход оправдан, на наш взгляд, при аудите финансовой отчетности, когда необходимо только вынести суждение о ее достоверности. Оценка аудитором экологического риска на уровне финансовой отчетности включает:

- риск расходов в связи с соблюдением требований законов и нормативных актов по охране окружающей среды или условий договоров;
- риск несоблюдения законов и нормативных актов по охране окружающей среды;
- возможное влияние конкретных экологических требований клиентов субъекта хозяйствования и их возможная реакция на политику субъекта хозяйствования по вопросам охраны окружающей среды.

Если аудитор считает, что экологический риск является важным компонентом в оценке присущего риска, то, разрабатывая программу аудиторской проверки, аудитор должен установить связь такой оценки с существенными остатками на счетах бухгалтерского учета и классами операций на уровне утверждений.

Оценка аудитором экологического риска на уровне остатков на бухгалтерских счетах и классах хозяйственных операций может включать:

- уровень, при котором остаток на бухгалтерском счете основывается на комплексных оценочных значениях, которые касаются вопросов, связанных с охраной окружающей среды (например, оценка экологического резерва на очистку земли и будущей строительной площадки);
- мера, по которой на остаток на бухгалтерском счете влияют чрезвычайные или нестандартные операции, которые касаются вопросов, связанных с охраной окружающей среды.

Итоговая оценка экологического риска может быть сформирована как пессимистическая (гарантированный риск), оптимистическая (надежда на благоприятный исход) и осторожная (реальный взгляд). Их сочетание позволяет достоверно оценить риск, выбрать способы и средства защиты и минимизации риска, проанализировать последствия аварийных ситуаций при всех возможных действиях. Авторы считают, что оценка экологического риска при аудите не должна сводиться только к уровням финансовой отчетности и остатков на счетах, поскольку данная информация является очень обобщенной и не дает полного представления об экологическом состоянии субъекта хозяйствования и соблюдении им экологических требований.

## ВЫВОДЫ

Авторами систематизированы различные подходы к оценке экологического риска, представленные различными учеными, а также дополнительно включено в систему экологического риска аудиторское направление оценки.

Таким образом, оценка экологического риска является комплексной и основывается на сочетании различных подходов и методов, позволяющих объективно спрогнозировать возможные вероятности неблагоприятных событий и оценить их последствия. Экспертные оценки при оценке вероятностей экологических рисков часто используются в сочетании с инженерным подходом, социологическим и модельным направлением. Вопросы оценки экологического риска при аудите финансовой отчетности являются еще не достаточно разработанными и подлежат дальнейшему исследованию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Міжнародний стандарт аудиту № 1010 «Вивчення питань, пов'язаних з охороною навколишнього середовища, при аудиторській перевірці фінансової звітності» // 2001 МФБ. Стандарти аудиту та етики. – К. : ТОВ „Парітет-інформ”, 2003. – 712 с.
2. Пожарицкая И.М. Проблемы оценки экологического риска // Материалы Всекрымской научной конференции „Проблемы научного роста молодых ученых”, (14 октября 2005 г). – Симферополь, 2005. – С. 216 – 218.
3. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Н.П. Тихомирова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350с.
4. Тимофеева С.С. Экологический менеджмент / Серия „Учебники, учебные пособия”. – Ростов н/Д: „Феникс”, 2004. – 352с.
5. Экономические основы экологии. - 3-е изд. / В.В. Глухов, Т.П. Некрасова. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.
6. Екологічний менеджмент: Навч. посіб./ За ред. В.Ф.Семенова, О.Л. Михайлюк. – К. ЦУЛ, 2004. – 407 с.