

УДК 87.15.15: 82.15.13

Ю.В. Никитенко

КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Воронежский институт высоких технологий

Рассматривается система критериев, позволяющих оценить уровень экологической безопасности предприятия. Описаны термины и комплексные показатели экологической безопасности. Рассмотрена задача оценки ресурсопотребления предприятий.

Ключевые слова: экологическая безопасность, комплексные показатели безопасности, критерии экологической безопасности, ресурсопотребление.

Система критериев и показателей оценки экологической безопасности предприятия должна описывать все уровни его взаимодействия с окружающей средой. Для применения на практике система критериев должна основываться на актуальной нормативно-правовой и информационной базе. Иначе, вследствие недостатка или отсутствия исходной информации практические расчеты показателей оценки экологической безопасности предприятия будут либо затруднены, либо невозможны [1].

Система критериев оценки экологической безопасности предприятия предназначена для оценки экологической безопасности отдельных промышленных объектов предприятия. Под промышленным объектом следует понимать территориально отдельно расположенная совокупность элементов предприятия, которая может рассматриваться как единый территориальный источник экологической опасности [2].

Комплекс предлагаемых показателей оценки экологической безопасности предприятия должен обеспечивать возможность выполнения следующих мероприятий:

- 1) оценки уровня экологической безопасности предприятия в условиях его нормального функционирования;
- 2) прогноза уровня экологической безопасности предприятия в случае его модернизации или изменения структуры;
- 3) оценки ресурсоемкости предприятия;
- 4) оценки вероятности аварий и последующие опасности, вызванные аварийными ситуациями.

Экологическая безопасность предприятия может быть описана группами показателей [2]:

- 1) комплексные показатели, характеризующие экологическую безопасность предприятия;
- 2) количественные и качественные показатели, характеризующие негативное экологическое воздействие предприятия на окружающую

среду, в том числе, уровни негативных экологических воздействий, рассчитанные и текущие значения средних и максимальных концентраций вредных веществ в различных средах, объемы текущих и условных выбросов и сбросов вредных веществ, утилизации промышленных отходов, и т.д.);

- 3) характеристики экологически зависимой территории, на которую оказывает негативное экологическое воздействие предприятие (плотность населения, структура растительных ресурсов, ценность территории и т.д.);
- 4) техническое состояние производственных объектов предприятия;
- 5) ресурсоемкость и ресурсный баланс предприятия (водопотребление, потребление воздуха (кислорода), производство и потребление электроэнергии, и т.д.);
- 6) эколого-экономические показатели, отражающие стоимостные особенности экологической безопасности предприятия.

Как правило, оценка безопасности предприятия производится на основе его технической документации (по показателям 4-й и 2-й групп); экологической документации предприятия – нормативов предельно допустимого выброса (ПДВ) и предельно допустимого сброса (ПДС), оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), материалов внешней экологической экспертизы и аудита (показатели 1-й, 2-й, 3-й, 5-й и 6-й групп); финансовой документации предприятия (часть 6-й группы); данных о месте (регионе) размещения предприятия (показатели 3-й группы); существующих и оригинальных методик расчетов эколого-экономических и комплексных экологических показателей (5-я и 6-я группы).

По своей сути, показатели 1-й – 4-й групп представляются как исходные данные, предназначенные для вычисления эколого-экономических и комплексных экологических характеристик экологической безопасности предприятия. Номенклатура и характеристики этих показателей описаны в нормативных и методических документах.

Любое описание и характеристика каких-либо показателей требует определения терминологии, поэтому ниже приведем основные термины, относящиеся к характеристике предлагаемых комплексных показателей экологической безопасности предприятия [2].

Класс экологической опасности предприятия – главная интегрированная характеристика экологической опасности предприятия. Выделяют пять основных классов опасности. Класс опасности определяют в зависимости от величины параметров разбавления по воде и по воздуху. Параметр разбавления определяется как количество воды (или воздуха), необходимое для того, чтобы концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием в соответствующие среды, не превышали

величин предельно допустимой концентрации (ПДК). В зависимости от класса экологической опасности предприятия нормируют размеры его санитарно-защитной зоны. Определение размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для особо опасных предприятий 1-го и 2-го классов экологической опасности проводится, чаще всего, при помощи дополнительных исследований.

Территория предприятия – совокупность территорий всех промышленных площадок предприятия, на которых расположены основные технологические и вспомогательные цеха и объекты предприятия. При оценке экологической безопасности территория предприятия рассматривается как элемент или компонент воздействия, иначе, как местоположение площадных, линейных и точечных источников загрязнения, или как один целый площадной источник загрязнения (будем обозначать площадь предприятия – S_n .)

Зона экологического воздействия предприятия – это территория, которая подвергается значительному экологическому воздействию, связанному с функционированием предприятия. При соблюдении предприятием экологических нормативов, т.е. при отсутствии превышений ПДК и предельно допустимого уровня (ПДУ), вызванных деятельностью предприятия, зоной экологического воздействия считается СЗЗ предприятия (обозначим площадь зоны экологического воздействия – $S_{эв}$, радиус санитарно-защитной зоны – $r_{сзз}$)

Зона экологического загрязнения предприятия – это территория, в пределах которой наблюдают превышения ПДК или ПДУ в различных средах, причиной которых непосредственно является функционирование предприятия. В случае, если зона экологического загрязнения превышает зону экологического воздействия, то это является нарушением экологических нормативов. Зона экологического загрязнения определяется с помощью расчетных проб по методикам расчетов максимальных приземных концентраций вредных веществ в атмосфере, а также соответственно по воде и по уровням вредных физических воздействий. Другой вариант - расчет на основе практических измерений параметров среды, включающих данные мониторинга уровня загрязнения атмосферы, поверхностных вод, специальных исследований и т.д. При этом площадь зоны экологического загрязнения обозначим – $S_{зз}$.

Зона вредного экологического воздействия предприятия – это территория, на которой отдельные объекты и субъекты могут подвергаться негативному экологическому воздействию, связанному с функционированием предприятия. Зона вредного экологического воздействия определяется экспертным методом с обязательным учетом влияния на экологию соседних предприятий и структуры объектов и субъектов этой территории. Зона вредного экологического воздействия

обычно значительно шире зоны экологического воздействия и зоны экологического загрязнения.

На основе введенной терминологии для оценки экологической безопасности предприятия предлагаются комплексные показатели:

1. Коэффициент потенциальной экологической опасности K_{no} – характеризующий степень потенциальной экологической опасности предприятия в условиях нормального функционирования при соблюдении всех экологических нормативов. Он является безразмерной величиной, выраженной в баллах и определяется в зависимости от класса экологической опасности предприятия. Нормативно он определен следующим образом:

- 1-й класс экологической опасности – $K_{no} = 400$;
- 2-й класс – $K_{no} = 100$;
- 3-й класс – $K_{no} = 36$;
- 4-й класс – $K_{no} = 4$;
- 5-й класс – $K_{no} = 1$.

Значения коэффициента K_{no} пропорциональны нормированным величинам ПДК загрязняющего вещества для предприятий различных классов экологической опасности.

2. Показатель превышения нормативной зоны экологического загрязнения S_{nz} – это безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения нормативного экологического загрязнения атмосферы. Существующие экологические нормы предусматривают, что вредные выбросы предприятия не должны приводить к превышению ПДК в приземном слое атмосферы:

$$S_{nz} = \frac{p \left(\frac{r_{ccз} + v \cdot S_n}{p} \right)^2 + S_{эз}}{p \left(\frac{r_{ccз} + v \cdot S_n}{p} \right)^2}. \quad (1)$$

3. Показатель превышения нормативного объема сбросов вредных веществ в водоемы $V_{ncв}$ – это безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения реальных сбросов вредных веществ в водоемы над нормативными уровнями ПДС:

$$V_{ncв} = \frac{M_{сум}}{M_{ПДВ}}, \quad (2)$$

где

$$M_{сум} = \sum_j \left(\frac{M_j}{G_{jд}} \right) \cdot b_j; \quad M_{ПДВ} = \sum_j \left(\frac{M_{jд}}{G_{jд}} \right) \cdot b_j; \quad (3)$$

M_j – количество j -го вредного вещества, фактически сброшенного в водоем от всех источников выброса предприятия (т/год); $M_{jд}$ – разрешенный для

предприятия предельно допустимый объем сброса j -го вредного вещества (т/год); G_{jd} – значение максимально разового ПДС j -го загрязняющего вещества (мг/м³); b_j – безразмерный коэффициент относительной опасности j -го загрязняющего вещества, который рассчитывается в зависимости от класса экологической опасности вещества. Для веществ 1-го класса опасности он равен 1,7; для 2-го класса – 1,3; для 3-го класса – 1,0; для 4-го класса – 0,9.

4. Показатель превышения нормативного объема выбросов вредных веществ в атмосферу $V_{нав}$ – это безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения выбросов вредных веществ в атмосферу над нормативными уровнями ПДВ. Рассчитывается аналогично предыдущему показателю.

5. Показатель превышения нормативного объема отходов $V_{ню}$ – это безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения реального объема утилизированных отходов над нормативным. Рассчитывается аналогично предыдущим двум показателям.

6. Коэффициент населенности зоны вредного экологического воздействия предприятия $K_{нас}$ – это безразмерный коэффициент, характеризующий степень заселенности этой зоны. Следовательно, он характеризует потенциальную экологическую опасность предприятия для населения:

$$K_{нас} = \frac{H_{np} + P_{сн}}{H_{np}}, \quad (7)$$

где H_{np} – нормативная плотность населения (1чел./га); $P_{сн}$ – средняя плотность населения в границах зоны вредного экологического воздействия предприятия. Определяется методом экспертных оценок.

7. Коэффициент озеленения зоны экологического воздействия $K_{озв}$ – это безразмерный коэффициент, характеризующий наличие растительности в зоне экологического воздействия предприятия. В случае, когда зона экологического загрязнения превышает зону экологического воздействия, коэффициент характеризует наличие растительности в зоне экологического загрязнения:

$$K_{озв} = \frac{S_{эв}}{(S_{оз} + S_{эв})}, \quad (4)$$

где $S_{оз}$ – площадь зоны озеленения;

$$S_{эв} = p \left(\frac{r_{сз} + v \cdot S_n}{p} \right)^2, \text{ если } S_{зз} \leq p \left(\frac{r_{сз} + v \cdot S_n}{p} \right)^2; \quad (5)$$

$$S_{эв} = S_{зз}, \text{ если } S_{зз} > p \left(\frac{r_{сз} + v \cdot S_n}{p} \right)^2. \quad (6)$$

8. Коэффициент ценности территории в зоне вредного экологического воздействия предприятия $K_{цт}$ – это безразмерный коэффициент,

характеризующий относительную природную, общественную, культурную, историческую и другие ценности территории в пределах зоны экологического воздействия предприятия. Рассчитывается относительно определенной эталонной территории. Определяется методом экспертных оценок.

9. Обобщенный показатель экологической опасности предприятия R_{on} – безразмерная величина, позволяющая учесть как «внутренние», так и «внешние» факторы и дать комплексную обобщенную оценку уровня экологической опасности предприятия (в баллах):

$$R_{on} = \kappa_{озв} \cdot \kappa_{нас} \cdot \kappa_{цт} \cdot S_{нз} \cdot V_{ню} \cdot V_{нсв} \cdot V_{пва} \cdot K_{но}. \quad (8)$$

Рассмотренная система показателей экологической опасности предприятия позволяет определить четыре направления экологической оценки предприятия:

1. оценка потенциальной экологической опасности предприятия в условиях его нормального функционирования (показатель 1);
2. оценка отношения уровня вредного экологического воздействия к нормативному (показатели 2-5);
3. оценка объектов и субъектов вредного экологического воздействия в территориальном ракурсе (показатели 6-8);
4. комплексная обобщенная оценка степени экологической опасности предприятия (показатель 9).

Отдельно при оценке экологической безопасности предприятия выделяются стоимостная оценка экологической опасности (экономические показатели) и оценка ресурсоемкости предприятий (показатели ресурсного баланса).

Используемые предприятием ресурсы, делятся на две основные группы: экологические и технологические. Для оценки экологической безопасности предприятия необходимо и достаточно рассматривать следующие ресурсы [3]:

- а) экологические – воздух (кислород) и вода;
- б) энергетические – электрическая энергия и природное топливо.

По каждому из ресурсов необходимо определить три частных показателя:

- количество произведенного ресурса за такой же промежуток времени;
- количество использованного ресурса за определенный промежуток времени (год, полугодие, квартал, месяц);
- баланс по конкретному ресурсу.

Как исходные данные при расчете этих показателей используется проектная техническая и нормативная техническая и финансовая документации предприятия. В ней содержатся сведения о предполагаемых фактических и проектных расходах воды, электроэнергии и топлива. Так как предприятия

являются потребителями ресурсов, то при анализе экологической безопасности ресурсные балансы обычно получаются отрицательными. Для примера приведем методику расчета баланса кислорода в регионе предприятия.

Региональное воспроизводство кислорода – P_B (т/год)

$$P_B = \sum_i S_{iБП} \cdot Y_i, \quad (9)$$

где $S_{iБП}$ – площадь i -го биологического производителя кислорода (БПК) на территории региона (км^2); Y_i – ежегодное производство кислорода i -м растительным компонентом, определяемое по данным в таблице 1:

Таблица 1. Воспроизводство кислорода

Вид БПК	Лес	Пашня	Степь	Вода	Город
Воспроизводство кислорода, т/км	1000-1500	500-600	400-500	100	80-100

Фактическое потребление кислорода $P_{П}$ (т/год) рассчитывается, исходя из объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих как от стационарных, так и передвижных источников загрязнения. Так, например, определяются объемы загрязнителей, которые связывают атмосферный кислород. Основными из них являются: сернистый ангидрид и оксиды углерода и азота. Перевод показателей в конкретные объемы потребляемого кислорода осуществляется по химическим формулам, зависящим от молярных масс загрязняющих веществ. Например, для оксидов азота перевод производится в расчете 0,696, для оксидов углерода – 0,571, для сернистого ангидрида – 0,5. Аналогично рассчитываются данные для передвижных источников загрязнения. По отдельным веществам объемы потребляемого кислорода суммируются, как и по передвижным и стационарным источникам загрязнения в регионе.

Баланс воспроизводства кислорода – P ($\text{млн.м}^3/\text{год}$) определяется по формуле:

$$P = 0,04 \cdot P_B - P_{П}, \quad (10)$$

где 0,04 – коэффициент, определяющий долю воспроизведенного кислорода, которую можно использовать на потребление предприятиями без ущерба для экологических систем региона.

Экономическими показателями оценки экологической безопасности предприятия, чаще всего, служат финансовые ущербы от загрязнения окружающей среды. Центральными недостатками при расчете финансовых ущербов являются недостаточно корректная и точная оценка стоимости реальных потерь от вредного экологического воздействия предприятия, и, кроме того, затруднительность определения исходных данных для расчета.

Наличие первого недостатка состоит в сути проблемы: очень трудно правильно и точно оценить в единицах стоимости потери таких биологических компонентов окружающей среды, как здоровье и жизнь человека или природные и антропогенные экосистемы.

Наличие второго недостатка состоит в существовании проблемы сбора информации для расчета аналитическим методом и методом контрольных районов оценки ущерба. В качестве стоимостного критерия могут использоваться ущербы, рассчитанные эмпирическим методом на базе определенных удельных показателей.

Иным видом критерия стоимости являются экологические штрафные платежи предприятия. Они являются, по сути, производными от удельных показателей ущерба. Но при определении платежей необходимо иметь в виду что:

- учитывается превышение предприятием допустимых норм вредного экологического воздействия;
- платежи за использование природных ресурсов предприятием позволяют осуществить оценку стоимости ресурсной компоненты его экологической безопасности.

Кроме того, экологические платежи определяются системой законодательных и подзаконных актов. Они обязательны для каждого предприятия. Поэтому в качестве критериев стоимостной оценки экологической опасности предприятия следует использовать следующие:

1. Годовые платежи за загрязнение окружающей среды в пределах лимита финансовых средств, определенного для каждого предприятия.
2. Годовые сверхлимитные экологические платежи.
3. Годовые платежи за нормативное использование каждого вида ресурсов.
4. Годовые платежи за сверхнормативное использование этих же ресурсов.

На основе этих показателей можно ввести обобщенный стоимостной показатель с учетом дополнительных поправочных коэффициентов, характеризующих превышение нормативных показателей экологической опасности и ресурсоемкости предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваганов П.А., Ман-Сунг Им. Экологические риски: Учеб. пособие. Изд-е 2-е. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2001. – 152 с.
2. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск: анализ и оценка. – М.: Академкнига, 2004. – 118 с.
3. Швыряев А.А., Меньшиков В.В. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. – М.: МГУ, 2004. – 124 с.

Y.V. Nikitenko

CRITERIA AND FACTORS OF THE ESTIMATION TO ENTERPRISE ECOLOGICAL SAFETY

Voronezh institute of the high technology

The system of the criterion, allowing value the level ecological safety of the enterprise is considered. The described terms and complex factors ecological safety. The problem of the consumption resource estimation in an enterprise is considered.

Keywords: ecological safety, complex factors to safety, criteria to ecological safety, consumption resource.