

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.05:656.078

О. Л. Дариенко, С. В. Погребной

Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Проанализированы существующие методики оценки уровня экологической безопасности предприятий. На основе проведенного анализа разработаны методические основы оценки экологической безопасности автотранспортного предприятия, основанные на уровне безопасности базовых технологических процессов по четырем составляющим (инновационной, технико-технологической, санитарно-гигиенической и финансово-экономической) с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона. Предложенные методические принципы позволят производить комплексную оценку экологической безопасности выбросов, сбросов и образованных отходов в единой безразмерной шкале, а также осуществлять сравнительный анализ экологической безопасности различных технологических процессов на автотранспортном предприятии.

Ключевые слова: автотранспортное предприятие, экологическая безопасность, технологический процесс, функция желательности, индикативный анализ, окружающая среда, критерии оценки, модель оценки

Введение

Автотранспортный комплекс является одним из основных источников загрязнения окружающей среды, на долю которого приходится около трети от общего объема выбросов в атмосферу, что создает существенные проблемы для здоровья населения и состояния окружающей среды в целом.

Существующий уровень экологической безопасности автотранспортного комплекса в целом и основных его элементов в частности определяется уровнем потребления энергии и ресурсов, загрязнением окружающей среды выбросами и отходами в процессе эксплуатации транспортных средств (ТС) и восстановления их работоспособности.

Важность экологических проблем, возникших на рубеже 60–70-х годов XX века, а также приоритетность поиска путей их решения, способствовала признанию негативного воздействия ТС на окружающую среду. В связи с этим ряд международных транспортных организаций (Международный союз автомобильного транспорта (IRU), Международная морская организация (ИМО), Международная организация гражданской авиации (ИКАО) и др.) взяли на себя обязательства по достижению максимального баланса между безопасным и планомерным развитием своего вида транспорта и качеством окружающей природной среды. Россия, как член большинства из подобных организаций, взяла на себя обязательство обеспечивать экологическую безопасность транспортной системы на национальном уровне.

Указанное детерминирует необходимость анализа причин антропогенного воздействия автотранспортных предприятий (АТП) путем использования оценки уровня экологической безопасности предприятий данной отрасли. В связи с этим встает вопрос об уровне оценивания состояния экологической безопасности автотранспортных предприятий и разработки соответствующих методов эффективного управления ею.

Анализ публикаций

В научной литературе авторы по-разному подходят к оценке уровня экологической безопасности предприятия. Так, А. В. Хохряков, А. Ф. Фадеичев и Е. Н. Цейтлин [1] предлагают для оценки экологической безопасности предприятия использовать следующие критерии: критерии экологического риска, оценивающие выбросы, сбросы, размещение отходов и критерии нормирования, оценивающие вероятность возникновения аварии и величину ущерба.

Савченко Ю. В. [2] предлагает оценивать экологическую безопасность по следующим показателям: натуральные и условные показатели, характеризующие негативное воздействие предприятия, ресурсопотребление и ресурсный баланс предприятия, характеристики территории, на которую влияет предприятие, техническое состояние предприятия, комплексные показатели, характеризующие экологическую безопасность предприятия, эколого-экономические показатели, отражающие стоимостный аспект экологической безопасности.

Предложение проводить экологический аудит на автомобильном транспорте высказывают в своих исследованиях А. С. Вольнов и Л. Н. Третьяк [3], рекомендуя производить оценку экологической безопасности каждого конкретного ТС с применением методов квалиметрического оценивания. Для адекватного и последовательного отражения экологического аудита авторы используют процессный подход с применением функционального моделирования.

Берстень Е. В. и Егорова Т. А. [4] приводят расчет организационно-экологической эффективности организационной структуры предприятия с учетом его экологических составляющих. В этом случае объектом оценки является персонал. Авторы предлагают на основе ряда показателей определять групповой показатель оценивания организационно-экологической эффективности.

Коренчук А. А. предлагает использование экономических, экологических и социальных групп показателей для расчета экологической эффективности предприятия [5].

В источнике [6] для оценки экологической безопасности предприятия используются основные индикаторы превышения показателей выбросов, сбросов, отходов, физических воздействий, вредного воздействия и т. д. Оценка безопасности предприятия проводится на основе технической, экологической, финансовой документации предприятия, данных о районе расположения предприятия, соответствующих методик расчетов комплексных экологических и эколого-экономических показателей.

Наиболее глубокой является методика, разработанная Н. Е. Булетовой [7], которая для решения задачи диагностики экологической безопасности региона предлагает использовать индикативный метод анализа. Согласно данному подходу диагностика экологической безопасности должна проводиться по совокупности критериальных показателей-индикаторов, позволяющих количественно оценить наличие, характер и уровень проявления угроз экологической безопасности. Оценка ситуации ведется на основе сравнения фактических и предельных значений индикаторов: норма, переходное состояние и патология.

Анализ показал, что все рассмотренные методики лишены унифицированной базы оценивания, не обеспечивают проведения разнопланового анализа и не могут использоваться как инструмент для принятия управленческих решений на предприятиях автомобильного транспорта.

Можно констатировать не только отсутствие единого подхода к оцениванию экологической безопасности, но и различия в объектах оценивания в указанных выше методиках. Кроме того, отсутствует единый подход к оценке экологической безопасности предприятий автомобильного транспорта. Это актуализирует задачу по формированию методики оценки экологической безопасности АТП на основе синтеза преимуществ расчетных и графических методов.

Цель работы – разработка методических основ оценки уровня экологической безопасности предприятия автомобильного транспорта.

Основная часть

Для определения экологической безопасности АТП необходимо в первую очередь сформировать набор объективных показателей оценки.

Система критериев оценивания экологической безопасности АТП должна быть ориентирована на оценку экологической безопасности отдельных технологических процессов предприятия. Основными технологическими процессами АТП с точки зрения адаптивного управления являются:

- 1) основные технологические процессы (осуществление перевозок);
- 2) сопутствующие технологические процессы (ремонт стороннего транспорта на собственной ремонтной базе, экспедирование грузов, погрузочно-разгрузочные операции);
- 3) вспомогательные технологические процессы (техническое обслуживание и ремонт подвижного состава);
- 4) обеспечивающие технологические процессы (обеспечение энергетическими, материальными, финансовыми, человеческими и другими ресурсами);
- 5) технологические процессы управления и развития (процессы стратегического, оперативного и текущего планирования, формирования и осуществления управленческих действий, совершенствования производимого товара или услуги, технологий, модификации оборудования).

Модель оценки экологической безопасности АТП и его основных технологических процессов представлена на рисунке.

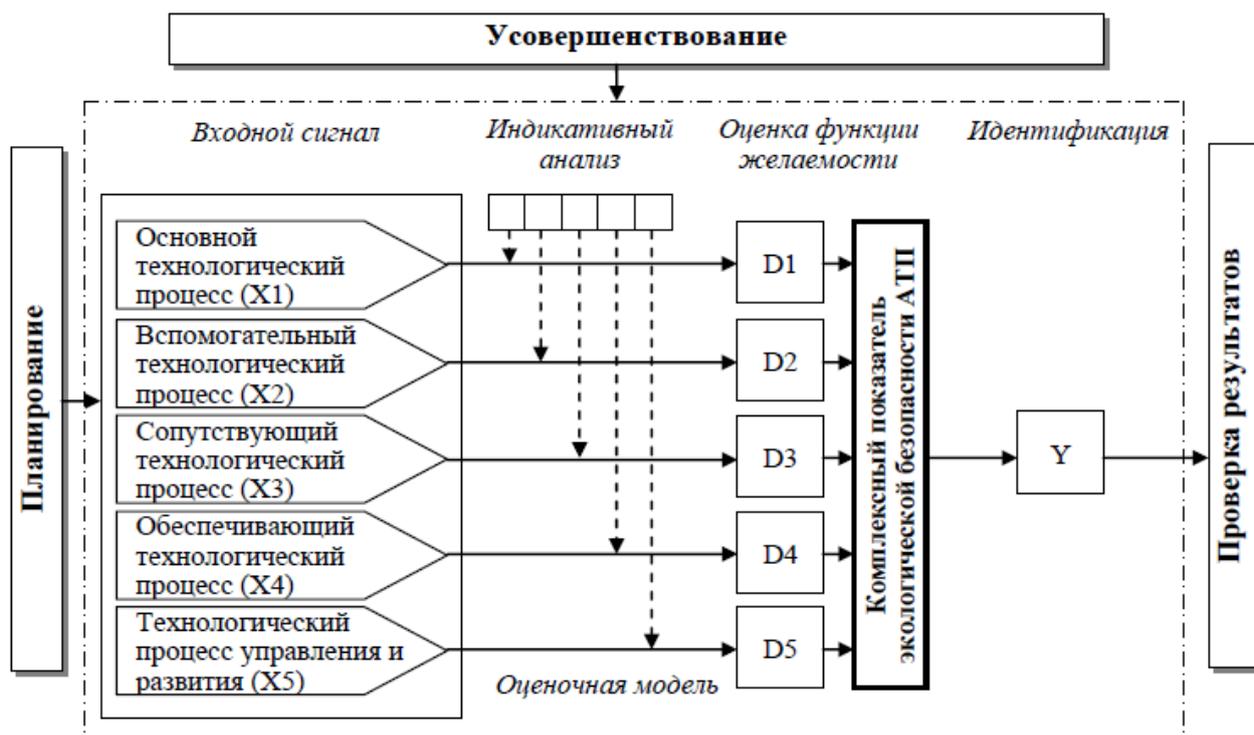


Рисунок – Структура методики комплексной оценки экологической безопасности АТП

На начальном этапе необходимо определить направления оценки экологической безопасности на АТП, поскольку предприятия данной отрасли вносят значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта приводят к образованию выбросов, сбросов и отходов. Исходя из предварительного анализа методик оценивания экологической безопасности предприятий, предлагаем выделять следующие составляющие: инновационная, технико-технологическая, санитарно-гигиеническая, финансово-экономическая. В таблице 1 приведены основные критерии, по которым будет оцениваться экологическая безопасность предприятия.

Таблица 1 – Основные направления оценки экологической безопасности АТП

Наименование технологического процесса	Составляющие оценки экологической безопасности			
	Инновационная (И)	Технико-технологические (ТТ)	Санитарно-гигиенические (СГ)	Финансово-экономические (ФЭ)
Основной технологический процесс	Показатели внедрения инноваций в определенные процессы, которые повышают их экологическую безопасность	Показатели уровня выбросов (сбросов, отходов), соответствия требованиям, нормам, стандартам, экономии используемых ресурсов, наличия документации	Показатели уровня санитарно-гигиенических условий труда, уровня заболеваемости и травматизма среди персонала	Показатели платы и штрафов за сверхнормативные выбросы, сбросы загрязняющих веществ, образование отходов, возмещение ущерба, нанесенного вследствие нарушения природоохранного законодательства
Вспомогательный технологический процесс				
Сопутствующий технологический процесс				
Обеспечивающий технологический процесс				
Технологический процесс управления и развития				

Уровень и характер проявления угроз экологической безопасности оценивается при сравнении фактических (текущих) значений индикативных показателей с их предельными (критериальными) значениями. На основе метода индикативного анализа проводится трехуровневая диагностика экологической безопасности предприятия: оценивание по индикаторам, оценивание ситуации по индикативным блокам (технологическими процессами); комплексное оценивание экологической безопасности АТП.

Комплексный показатель состояния экологической безопасности АТП предлагается рассчитывать по формуле средневзвешенной частичных коэффициентов экологической безопасности по выделенным технологическим процессам предприятия:

$$\mathcal{ЭБ} = \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot \mathcal{Эб}_j, \quad (1)$$

где $\mathcal{Эб}_j$ – значение частичного коэффициента экологической безопасности j -го технологического процесса АТП;

α_j – весомость показателя экологической безопасности j -го технологического процесса АТП;

m – количество технологических процессов АТП, по которым проводится оценка экологической безопасности.

Частичные коэффициенты экологической безопасности по выделенным технологическим процессам предприятия рассчитываются по формуле средней геометрической показателей экологической безопасности по выделенным составляющим:

$$\mathcal{Эб}_j = \sqrt[4]{I_j \cdot TT_j \cdot CG_j \cdot FE_j}, \quad (2)$$

где I_j , TT_j , CG_j , FE_j – оценки экологической безопасности по инновационной, технико-технологической, санитарно-гигиенической и финансово-экономической составляющим j -го технологического процесса АТП.

Весомость показателей экологической безопасности по технологическим процессам АТП можно определить путем экспертного опроса. Экспертами могут выступать представители высшего руководства предприятий, специалисты по экологии и природоохранной деятельности.

В этом случае согласованность ответов экспертов следует оценивать с помощью среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации.

Для перевода различных натуральных значений показателей оценивания в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами в работе применена функция желательности С. Харрингтона [8]. При этом условии предельные значения функции, например 0 и 1, соответствуют градации «плохо – хорошо». Необходимость введения функции желательности обусловлена различной размерностью переменных, относящихся к составу интегрального показателя, не позволяющего усреднять их напрямую.

Для оценки экологической безопасности АТП по основным видам негативного воздействия на окружающую среду (выбросы, сбросы, отходы) обобщенная функция желательности рассчитывается по формуле среднего геометрического [9] взвешенного набора действительных чисел $(d_1 \dots d_n)$ с весомостью $(\alpha$ и $\beta)$:

$$D = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^n (d_i)^\beta} = \sqrt[k]{d_1^{\alpha\beta} \cdot d_2^{\alpha\beta} \cdot d_3^{\alpha\beta} \cdot \dots \cdot d_n^{\alpha\beta}}, \quad (3)$$

где n – число показателей;

d_i – частичная функция желательности;

α и β – весовые коэффициенты.

Коэффициент k рассчитывается по формуле:

$$k = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \beta_i, \quad (4)$$

где α_i – коэффициент, учитывающий класс опасности i -го загрязняющего вещества;

β_i – коэффициент, учитывающий превышение среднего измеренного значения концентрации показателя над нормативом.

Обобщенная функция желательности представляет собой среднее геометрическое частичных функций желательности (d_i) , и, если хотя бы одна из них равна нулю, то и $D = 0$. Такой случай возможен при условии использования линейного нормирования по «минимуму» для эмпирического ряда переменных с фиксированными значениями X_{\min} и X_{\max} [9]. Во избежание подобной ситуации предложено рассчитывать частичные функции желательности с использованием свертывания функций.

Расчет частичной функции желательности в этом случае будет осуществляться по формуле:

$$d_i = \frac{2 \cdot (x_i \cdot x_{\text{ПДК}})}{x_i^2 + x_{\text{ПДК}}^2}, \quad (5)$$

где x_i – среднее значение концентрации i -го загрязняющего вещества (выбросов, сбросов, отходов) за исследуемый период;

$x_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ.

Расчет обобщенной функции желательности осуществляется по всем показателям (видам выбросов, сбросов, отходов загрязняющих веществ). Введение в формулу (4) весового коэффициента α позволяет учитывать степень опасности загрязняющего вещества.

Квалификационное оценивание экологической безопасности по уровню выбросов (сбросов, отходов), основанное на значениях ожидаемой функции желательности, заданной на интервале (0; 1), может быть проведено по категориям безопасности (таблица 2), выбранным с использованием функции желательности Харрингтона.

Таблица 2 – Категория экологической безопасности АТП по уровню выбросов (сбросов, отходов) в соответствии со значением обобщенной функции желательности

Категория экологической безопасности	Значение обобщенной функции желательности
Очень высокая (абсолютная)	1,00–0,80
Высокая (стабильная)	0,80–0,63
Средняя (допустимая)	0,63–0,37
Низкая (неустойчивая) – предельный уровень	0,37–0,20
Очень низкая (кризисная) – неприемлемый уровень	0,20–0,00

Предложенные методические основы позволят провести комплексную оценку экологической безопасности выбросов, сбросов и отходов в единой безразмерной шкале, что даст возможность осуществить сравнительный анализ экологической безопасности по различным технологическим процессам одного предприятия или разных предприятий отрасли.

В каждом конкретном случае перечень показателей будет определяться возможностями, интересами и потребностями предприятия, масштабом и типом перевозок, видом используемых ресурсов и энергоносителей, наличием выбросов в окружающую среду, степенью экологического риска, вероятностью аварийных ситуаций, требованиями обязательных законодательных и нормативных актов.

Предложенная методика позволяет выявить проблемные места в технологических процессах АТП и формировать в дальнейшем портфель инновационных проектов в сфере снижения загрязнения окружающей среды от деятельности предприятий автотранспортной отрасли.

Выводы

Результатом проведенного исследования является усовершенствование методических основ оценки экологической безопасности АТП, основанных на оценивании безопасности базовых технологических процессов АТП по четырем составляющим (инновационной, технико-технологической, санитарно-гигиенической и финансово-экономической) с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона. Предложенная методика позволяет сопоставлять планы и возможности предприятия по достижению экологической безопасности при реализации различных технологических процессов.

Список литературы

1. Хохряков, А. В. Применение интегрального критерия для определения экологической опасности предприятий горнопромышленного комплекса / А. В. Хохряков, А. Ф. Фадеичев, Е. М. Цейтлин // Известия Уральского государственного горного университета. – 2013. – № 1(29). – С. 25–31.
2. Савченко, Ю. В. Особенности оценки экологической безопасности производства на региональном уровне / Ю. В. Савченко // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем : тезисы докладов VI Международной научно-практической конференции, Гомель, 26–27 ноября 2009 г. : в 2 ч., ч. 1 / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого ; под общей редакцией Р. И. Громыко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – С. 115–117.
3. Вольнов, А. С. О системном подходе к оценке влияния автотранспортных средств в процессе эксплуатации на экологию городов / А. С. Вольнов, Л. Н. Третьяк // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 1(162). – С. 161–166.
4. Берстень, Е. В. Оценка экологической эффективности организационной структуры промышленного предприятия / Е. В. Берстень, Т. А. Егорова. – Текст : электронный // Российский экономический интернет-журнал. – 2007. – № 4. – С. 4–12. – URL: https://www.e-rej.ru/Articles/2007/Bersten_Yegorova.pdf (дата обращения: 14.11.2024).
5. Коренчук, А. А. К вопросу о формировании стабильного экономического развития региона путем повышения его конкурентоспособности / А. А. Коренчук // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2008. – № 6(62). – С. 178–182.
6. Экологическая безопасность / Е. В. Суркова, А. И. Мельченко, А. Г. Сухомлинова, Т. П. Францева. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 98 с.

7. Булетова, Н. Е. Концептуальные основы исследования эколого-экономической безопасности и их применение в региональной экономике / Н. Е. Булетова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2012. – № 41(182). – С. 10–23.
8. Черная, А. С. Использование функции Харрингтона в рейтинговых оценках и задачах классификации / А. С. Черная // Современная математика и концепции инновационного математического образования. – 2017. – Т. 4, № 1. – С. 365–368.
9. Гелашвили, Д. Б. Применение интегральных показателей на основе функции желательности для комплексной оценки качества сточных вод / Д. Б. Гелашвили, А. В. Лисовенко, М. Е. Безруков // Поволжский экологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 343–350.

О. Л. Дариенко, С. В. Погребной
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Усовершенствование методических аспектов оценки экологической безопасности
автотранспортного предприятия

Сложность и разнообразие технологических процессов, приводящих к значительному негативному воздействию на окружающую среду, обуславливают необходимость разработки унифицированной методики оценивания уровня экологической безопасности автотранспортных предприятий.

Существующие методики оценки антропогенного воздействия объектов хозяйствования на окружающую среду не обеспечивают проведения разнопланового анализа и не могут использоваться как инструмент для принятия управленческих решений на предприятиях автомобильного транспорта.

Для разрешения указанного противоречия в статье предложена усовершенствованная методика оценки экологической безопасности автотранспортного предприятия на основе обобщенной функции желательности Харрингтона.

Методика позволяет проводить комплексную оценку экологической безопасности выбросов, сбросов и образованных отходов в единой безразмерной шкале, осуществлять сравнительный анализ экологической безопасности различных технологических процессов в рамках одного предприятия или между предприятиями автотранспортной отрасли.

Предложенная методика позволяет выявить проблемные места в технологических процессах автотранспортного предприятия с последующим формированием портфеля инновационных проектов, направленных на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду.

АВТОТРАНСПОРТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ФУНКЦИЯ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ, ИНДИКАТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ, МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ

O. L. Darienko, S. V. Pogrebnoi
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Improving the Methodological Aspects of the Environmental Safety Assessment
of a Motor Transport Enterprise

The complexity and diversity of technological processes leading to the significant negative impact on the environment necessitate the development of a unified methodology for assessing the level of environmental safety of motor transport enterprises.

Existing methods for assessing the anthropogenic impact of business entities on the environment do not provide for a multifaceted analysis and cannot be used as a tool for making management decisions at motor transport enterprises.

To resolve this contradiction, the article proposes an improved methodology for assessing the environmental safety of a motor transport enterprise based on the generalized Harrington desirability function.

The methodology allows for a comprehensive assessment of the environmental safety of emissions, discharges and generated waste on a single dimensionless scale, and for a comparative analysis of the environmental safety of various technological processes within a single enterprise or between enterprises in the motor transport industry.

The proposed methodology allows us to identify problem areas in the technological processes of a motor transport enterprise with the subsequent formation of a portfolio of innovative projects aimed at reducing the anthropogenic impact on the environment.

MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE, ENVIRONMENTAL SAFETY, TECHNOLOGICAL PROCESS, DESIRABILITY FUNCTION, INDICATORY ANALYSIS, ENVIRONMENT, ASSESSMENT CRITERIA, ASSESSMENT MODEL

Сведения об авторах:

О. Л. Дариенко

SPIN-код РИНЦ: 4259-2959

Телефон: +7 949 330-85-05

Эл. почта: osnovi.ekologiyi@gmail.com

С. В. Погребной

Телефон: +7 949 302-81-95

Эл. почта: s_pogrebnoy@mail.ru

Статья поступила 21.11.2024

© О. Л. Дариенко, С. В. Погребной, 2025

*Рецензент: В. В. Лихачева, канд. техн. наук, доц.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*