

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.013.08.577.4

Л. С. Жданов, В. Л. Жданов

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Интенсивное развитие автомобильного транспорта привело к ощутимому воздействию на окружающую среду. Механизм такого воздействия имеет ряд специфических особенностей:

- массовость и постоянно растущие темпы процесса автомобилизации;
- широкий спектр отрицательных явлений, сопровождающих процесс развития автомобилизации;
- сложность значительного улучшения существующих показателей экологической безопасности;
- концентрация большого количества транспортных средств на сравнительно ограниченной территории (крупные города) и их массовое проникновение в селитебные районы, трудность локализации неблагоприятных последствий.

В современных условиях роста численности автомобильного парка и количества перевозимого им грузов и пассажиров наиболее важной задачей является сохранение уровня чистоты окружающей среды.

Исследование различных аспектов этой проблемы проводится по многим направлениям по ограничению негативных последствий, как правило, разобщенных и носящих узкоспециализированный характер. Очевидно, что мероприятия только одного вида решить проблему загрязнения не могут, и оптимальное решение возможно только на основе исследования комплекса взаимосвязанных факторов, определяющих степень

упомянутого воздействия.

Реализация комплексного подхода наиболее эффективна в том случае, если имеются параметры оценки уровня загрязнения окружающей среды, методы их получения и граничные значения оценок по условию безвредности среды.

Широкий спектр негативных явлений автомобилизации характеризуется тем, что загрязнение окружающей среды происходит по многим направлениям: загрязняется атмосфера, вода, почва различными веществами, среда подвергается акустическому, электромагнитному, вибрационному воздействию, нарушается экологическое равновесие, низок уровень безопасности движения.

По отдельным направлениям загрязнения проведено достаточно много исследований, разработаны параметры оценки воздействия автомобильного транспорта по каждому направлению [1, 2, 4-7]. Эти параметры объективно отражают состояние окружающей среды, оперативно и адекватно реагируют на изменение этого состояния. Однако до сих пор не разработано последовательной методики совместного применения данных параметров на практике при комплексной оценке степени воздействия.

При разработке возможной структуры интегральных критериев оценки воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду необходимо обеспечить оперативность практического применения названных критериев. Это возможно

лишь в том случае, если данная структура будет учитывать уровень воздействия на основе существующих единичных показателей этого уровня по отдельным направлениям. Поэтому необходимо провести анализ номенклатуры таких показателей.

Наиболее значительному воздействию со стороны автомобильного транспорта подвергается воздушная среда и данное направление загрязнения исследовано наиболее полно. Разработано достаточное количество параметров оценки уровня загрязнения атмосферы, исходя из иерархического подхода к описанию дорожно-транспортного комплекса. На уровне одиночного автомобиля практически для каждого компонента отработавших газов установлены предельно допустимые концентрации (ПДК), определенные из принципа полного отсутствия их воздействия на человека [1, 2, 4, 5, 7]. Концентрацию токсичных веществ в отработавших газах принято оценивать в процентах по объему, в частях на миллион или в мг/л [1, 2, 5].

Количество *i*-го компонента, выделяемого двигателем в единицу времени:

$$G_i = C_i \cdot Q, \text{ г/ч}, \quad (1)$$

где C_i - концентрация рассматриваемого токсичного компонента, $\text{г}/\text{м}^3$; Q - объемный расход отработавших газов, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Удельные выбросы токсичных компонентов

$$g_i = G_i / N_e, \text{ г/(кВт·ч)}, \quad (2)$$

где N_e - эффективная мощность двигателя, кВт.

Отношение абсолютных или удельных выбросов к соответствующему расходу топлива

$$B_T = \frac{G_i}{G_T} = \frac{g_i}{g_T}, \quad (3)$$

где G_T - расход топлива, г/ч; g_T - удельный расход топлива, г/(кВт·ч).

Пробеговый выброс

$$Q_i = \frac{G_i}{V_a}, \text{ г/км}, \quad (4)$$

где V_a - скорость движения автомобиля, км/ч.

Приведенный к окиси углерода (СО) массовый выброс токсичных веществ

$$G_{\Sigma}^{CO} = \sum_{i=1}^n R_i^{CO} \cdot G_i, \text{ г/ч} \quad (5)$$

где R_i^{CO} - отношение среднесуточной ПДК для СО к ПДК для i -го вещества.

Приведенный к СО пробеговый выброс токсичных веществ

$$Q_{\Sigma}^{CO} = \sum_{i=1}^n R_i^{CO} \cdot Q_i, \text{ г/км} \quad (6)$$

Удельный приведенный выброс

$$g_{\Sigma}^{CO} = \frac{1}{N_e} \sum_{i=1}^n R_{\Sigma}^{CO} \cdot G_i, \text{ г/(кВт·ч).} \quad (7)$$

Разработаны стандарты по контролю токсичности и дымности автомобилей в процессе изготовления. В частности, ОСТ 37.001.054 - 86 для легковых автомобилей; ОСТ 37.001.070 - 75 для грузовых автомобилей полной массой более 3,5 т и автобусов с числом мест для сидения более 12 и др. В них нормированы выбросы основных загрязняющих веществ: окиси углерода, углеводородов, окислов азота (СО, СнНм, NOx).

На уровне автотранспортных предприятий основным параметром оценки воздействия на воздушную среду является предельно допустимый выброс

(ПДВ) - количество токсичных веществ, выбрасываемых в единицу времени, которое в сумме с выбросами от других источников города не создает концентрации токсичных веществ в атмосферном воздухе, превышающих ее предельно допустимые значения. Если по техническим или экономическим причинам соблюдение ПДВ не представляется возможным, то назначают временно согласованный выброс (ВСВ). Обоснование ВСВ производится по нескольким периодам с последовательным снижением значения выброса вплоть до достижения его предельно допустимого значения.

При оценке негативного воздействия автомобильного транспорта на воздушную среду на уровне транспортного потока особое место занимают так называемые энергетические параметры (шум ускорения, градиент скорости, шум энергии, градиент энергии) [2, 3, 7]. Эти параметры сформировались при энергетическом подходе к рассмотрению транспортного потока. Они позволяют оценить загрязнение окружающей среды на основании степени сложности режимов движения транспортных потоков.

Акустическое загрязнение особенно велико в городских селитебных районах, где пролегают магистрали с высокой интенсивностью движения. Шум отрицательно сказывается на здоровье человека, поэтому акустическому загрязнению уделяется достаточно большое внимание. Разработаны параметры оценки воздействия транспортного шума на здоровье человека [1, 4, 6, 7].

Известно, что параметры звукового поля (интенсивность звука, звуковое давление) и параметры источника излучения (акустическая мощность) изменяются в очень широких пределах. Вследствие этого пользоваться абсолютными значениями параметров очень неудобно.

Поэтому шум принято оценивать относительными по отношению к единице сравнения параметрами - уровнем интенсивности звука, уровнем звукового давления, уровнем акустической мощности. За единицу сравнения принят пороговые значения соответствующих параметров. Такой подход к структуре параметров оценки воздействия на окружающую среду имеет большое значение в дальнейших научных исследованиях.

Уровень интенсивности звука

$$L_J = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0}, \text{ дБ}, \quad (8)$$

где J - интенсивность звука в данной точке, Вт/м²; J_0 - пороговое значение интенсивности звука на частоте $f=1000$ Гц, Вт/м²; $J_0=10^{-12}$ Вт/м².

Уровень звукового давления

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2}, \text{ дБ}, \quad (9)$$

где p - звуковое давление, Па; p_0 - пороговое звуковое давление, Па; $p_0=2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Уровень звуковой мощности

$$L_W = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_0}, \text{ дБ}, \quad (10)$$

где W - акустическая мощность, Вт; W_0 - пороговая акустическая мощность; $W_0=10^{-12}$ Вт.

По изменению уровня звука во времени шумы подразделяются на постоянные и непостоянные. Шум транспортных потоков всегда относится к длительному, непостоянному. Гигиеническая оценка непостоянного шума является сложной задачей с учетом различий субъективного восприятия человеком шума и объективного его воздействия на организм. При этом с точки зрения объективного воздействия на здоровье человека предпочтение отдается эквивалентному уровню

шума. Он представляет собой уровень постоянного шума, при котором за данный промежуток времени выделяется такая же энергия, что и при непостоянном шуме за то же время.

В настоящее время разработаны стандарты по определению уровня акустического загрязнения. В частности, ГОСТ 20444 - 85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики». В нем в качестве параметра оценки уровня акустического загрязнения от транспортных потоков принят эквивалентный уровень шума [1, 4, 5, 6, 7].

Менее исследовано загрязнение водной среды. В основном, нормирование качества воды проводят в соответствии с «Санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнения» [1, 4, 5]. Правила устанавливают нормируемые значения для определенных параметров воды водоемов (содержание плавающих примесей и взвешенных веществ, запах, привкус и т. д.). Вредные и ядовитые вещества разнообразны по своему составу, в связи с чем их нормируют по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ), под которым понимают наиболее вероятное неблагоприятное воздействия каждого вещества [1, 4].

Санитарное состояние водоема отвечает требованиям норм при выполнении соотношения

$$\sum_{i=1}^{3(5)} \frac{C_i^{\text{ЛПВ}}}{\PiDK_i} \leq 1,0 , \quad (11)$$

где $C_i^{\text{ЛПВ}}$ - концентрация вещества i -го ЛПВ в расчетном растворе водоема, $\text{г}/\text{м}^3$.

Для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения проверяют выполнение трех неравенств (11); рыбохозяйственного назначения - пяти неравенств. При этом каждое вещество можно учитывать только в одном неравенстве.

При оценке загрязнения водной среды автотранспортными предприятиями определяют, как правило, массы взвешенных веществ и нефтепродуктов в сточных водах от мойки автомобилей, в сточных водах, поступающих в городскую канализацию, в ливневых и тальных сточных водах.

Наименее из рассмотренного изучено загрязнение почвы автомобильным транспортом. В определенной степени это связано с тем, что влияние автомобильного транспорта на здоровье человека через загрязнение почвы считается косвенным. Это влияние происходит по схемам «автомобильный транспорт - атмосферный воздух - почва - человек» и «автомобильный транспорт - атмосферный воздух - почва - растения - человек».

Исходя из проведенного выше анализа, можно сделать вывод о том, что исследование негативных последствий автомобилизации по различным направлениям происходит неравномерно и в какой-то степени изолированно. Однако, интенсивное развитие автомобильного транспорта привело к тому, что в настоящее время нельзя пренебречь ни одним из основных направлений загрязнения окружающей среды.

При решении сформулированной проблемы представляет интерес исследование так называемой экологической нагрузки на окружающую среду от автомобильного транспорта, где все основные направления загрязнения рассматриваются в едином комплексе. При таком подходе существующие методы оценки уровня экологической нагрузки от автомобильного транспорта имеют существенные недостатки и не отвечают современным требованиям. Так, например, большим недостатком экологического паспорта автотранспортного предприятия является отсутствие данных о шумовом загрязнении. Следова-

тельно, исходя из сформулированного подхода к оценке уровня экологической нагрузки, можно сделать вывод о том, что нельзя брать за основу экологический паспорт автотранспортного предприятия при этой оценке.

На основе вышесказанного очевидно, что пришло время оценивать загрязнение окружающей среды не только по отдельным составляющим, но и по интегрированной оценке уровня экологической нагрузки от автомобильного транспорта. Для достижения поставленной цели необходимы комплексные интегральные критерии количественной оценки воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье человека. Известно, что, наряду с достоверностью и оперативностью, важнейшим качеством любого оценочного критерия уровня воздействия на окружающую среду является его высокая информативность. Учитывая специфику дорожно-транспортного комплекса, данное качество будет обеспечено лишь в том случае, если структура интегрального критерия однозначно будет характеризовать степень негативного воздействия автомобильного транспорта относительно предельно допустимой экологической нагрузки на окружающую среду.

Опираясь на перечисленные требования и ограничения, в результате проведенных исследований авторами был разработан интегральный критерий, который назван индексом уровня общей экологической нагрузки от автомобильного транспорта на окружающую среду (далее - индекс уровня общей экологической нагрузки $J_{\Sigma}^{\mathcal{E}H}$). Названный интегральный критерий имеет следующую структуру:

$$J_{\Sigma}^{\mathcal{E}H} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \frac{M_i}{M_i^{\text{ПДЗ}}} , \quad (12)$$

где K_i - коэффициент экологи-

ческой значимости i -го вида загрязнения, показывающий степень влияния i -го направления воздействия на уровень общей экологической нагрузки; M_i - фактическое значение параметра оценки i -го вида загрязнения; $M_i^{ПДЗ}$ - предельно допустимое значение параметра оценки i -го вида загрязнения; n - количество направлений воздействия (в первую очередь, загрязнение атмосферы, воды, почвы и акустическое загрязнение).

Если более подробно остановиться на структуре индекса уровня общей экологической нагрузки, то можно заметить, что отношение $M_i / M_i^{ПДЗ}$ характеризует уровень (индекс) i -го вида загрязнения относительно предельно допустимого уровня. Индексы по каждому виду, в свою очередь, приводятся к индексу уровня общей экологической нагрузки при помощи коэффициентов K_i , показывающих степени влияния отдельных вида на общий уровень экологической нагрузки,

$$\sum_{i=1}^n K_i = 1. \quad (13)$$

Такие свойства индекса этого уровня обеспечивают тре-

буемую информативность проводимой оценки.

Сущность оценки уровня общей экологической нагрузки состоит в том, что если при работе любого объекта автомобильного транспорта (транспортный поток, автотранспортное предприятие, горнотранспортный комплекс и т. д.) фактические значения параметров оценки всех видов загрязнения не превышают их предельно допустимые значения, то на выходе получают предельно допустимый уровень экологической нагрузки, то есть, если $M_i \leq M_i^{ПДЗ}$, то

$$J_{\Sigma}^{\exists h} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \frac{M_i}{M_i^{nB}} \leq 1 \quad (14)$$

Требуемая оперативность индекса уровня общей экологической нагрузки может быть обеспечена двумя факторами. Во-первых, в качестве M_i в (12) можно использовать уже существующие единичные показатели отдельных направлений загрязнения, рассмотренные в (1) - (11). Методики их определения уже разработаны. Во-вторых, если необходимо учитывать и другие направления негативного воздействия автомобильного транспорта на

окружающую среду (электромагнитное излучение, тепловое излучение, вибрация и т. д.), то это не ведет к необходимости разработки новой структуры параметра. Возрастет число слагаемых в ней и произойдет перераспределение степеней экологической значимости каждого вида при неизменности (13).

Для практического использования индекса уровня общей экологической нагрузки необходимо решение следующих задач:

- определение и обоснование количественных значений коэффициентов экологической значимости;

- обоснование предельно допустимых значений негативного воздействия по различным направлениям на окружающую среду;

- оценка допустимых границ интервалов изменений уровней отдельных видов загрязнения.

Применение индекса уровня общей экологической нагрузки позволит более оперативно и объективно вести мониторинг состояния окружающей среды при негативном воздействии на нее автомобильного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарин В. М., Кленова И. А., Колесников В. И. Экология для технических вузов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. 384 с.
2. Жегалин О. И. Лупачев П. Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. - М.: Транспорт, 1985. 120 с.
3. Зырянов В. В. Критерии оценки условий движения и модели транспортных потоков. - Кемерово: Кузбасский политехнический институт, 1993. 158 с.
4. Козлов Ю. С., Меньшикова В. П., Святкин И. А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. - М.: Агар, 2000. 176 с.
5. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. - М.: Высш. шк., 2001. 273 с.
6. Охрана окружающей среды / Под ред. С. В. Белова. - М.: Высш. шк., 1991. 319 с.
7. Экологическая безопасность транспортных потоков / Под ред. А. Б. Дьякова. - М.: Транспорт, 1989. 128 с.

□ Авторы статьи:

Жданов
Леонид Сергеевич
- канд. техн. наук, доц. каф.
автомобильных перевозок

Жданов
Вячеслав Леонидович
- ст. преп. каф. автомо-
бильных перевозок