

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

С развитием автомобильного транспорта возрастает его негативное влияние на городскую среду и человека. В значительной степени это воздействие сказывается на примамгистральных территориях городов, характеризующихся наиболее высокой плотностью застройки и стоимостью городских земель.

В статье предложен алгоритм оценки экологической ситуации от воздействия автомобильного транспорта. Поскольку влияние автотранспорта на городскую среду является многофакторным воздействием, то предлагается при разработке комплекса мероприятий по подавлению негативного воздействия оценку производить с учетом наиболее значимых факторов. К таким факторам воздействия автотранспорта следует отнести выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и почву, а также шумовое воздействие на городскую среду.

Поскольку влияние указанных факторов имеет различные единицы измерения, то предлагается оценку состояния городской среды на примамгистральных территориях производить с помощью комплексного показателя её качественного состояния. В статье приведена модифицированная оценочная шкала степени загрязнения комплексного показателя в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха и шумового воздействия, которая подразделяется на безопасный, малоопасный, умеренно опасный, опасный, высоко опасный и чрезвычайно опасный уровни.

Кроме того, представлены рекомендации по применению средозащитных мероприятий в зависимости от комплексного показателя качественного состояния городской среды, а также уровня опасности. Также предложена классификация мероприятий по подавлению выбросов автотранспорта, к числу которых следует отнести технические меры по уменьшению интенсивности выброса, организационные меры по уменьшению пробега, а также градостроительные мероприятия такие, как мероприятия по планировочной организации примамгистральных территорий, позволяющих за счет изменения плотности, высоты и конфигурации застройки предотвратить проникновение опасных воздействий в застройку и выводить загрязняющие вещества из атмосферного воздуха.

Ключевые слова: примамгистральные территории, автотранспорт, загрязнение воздуха, уровень шума, состояние среды.

COMPLEX EVALUATING THE QUALITY OF URBAN ENVIRONMENT IMPACTED BY MOTOR TRANSPORT IN HIGHWAY AREAS

The development of motor transport increases its negative impact on the urban environment and people. This impact affects the city areas with high level of building density and the cost of urban land to a large extent. The article proposes an algorithm for evaluating the environmental situation impacted by motor transport. When developing a set of measures for suppressing this negative impact, the author proposes the evaluating method based on the most significant factors, as this impact on the urban environment is

a multifactorial one. These factors include engine pollutants in the atmosphere and soil, as well as noise impact on the urban environment. As the impact of these factors has different units of measurement, evaluating the urban environment in the highway areas using a comprehensive indicator of its quality is proposed. The article provides the improved scale for evaluating the degrees of pollution of the complex indicator depending on the level of air and noise pollution. It has a safe, low-hazard, moderately dangerous, dangerous, highly dangerous and extremely dangerous levels. In addition, recommendations for using environmental protection measures, depending on the complex indicator of the urban environment quality, as well as the level of ecological danger are given. The classification of measures to suppress engine pollutants is presented. It includes technical measures to reduce the pollutants intensity, organizational measures to reduce road distances, as well as urban planning measures such as planning organization of highway areas that allow to prevent penetrating of pollutants into the building and to remove them from the air by changing density, height and configuration of buildings.

Keywords: *highway areas, motor transport, air pollution, noise level, environmental quality.*

Роль автомобильного транспорта в современном городе постоянно возрастает. Вместе с увеличением количества автомобилей и объема пассажиро- и грузоперевозок развивается и инфраструктура прилегающих к магистралям территорий. Однако развитие транспортной системы городов выдвигает в число ведущих проблему снижения негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и особенно на примагистральные территории, где, как правило, расположены жилые здания, торговые комплексы, зоны отдыха и зеленые насаждения. Кроме того, примагистральные территории с более высоким уровнем транспортной доступности имеют и более высокую стоимость земли и строений по сравнению с другими городскими территориями, что увеличивает и размер ущерба от воздействия неблагоприятных факторов.

Автотранспорт оказывает отрицательное воздействие не только загрязняя воздух и почву выхлопными газами, но и повышенным уровнем шумового воздействия, аварийностью, травматизмом и другими неблагоприятными факторами.

Однако, если каждый из факторов рассматривать в отдельности, без учета их комплексного воздействия, то разработка последующих мер по подавлению негативного воздействия одного из факторов может увеличить негативные воздействия других факторов. Например, решая проблему устранения негативного влияния шума уплотнением застройки на прилегающих к проезжей части территориях, можно ухудшить проветривание этих территорий и, как следствие, выведение из них загрязняющих веществ (ЗВ).

Рассматривается оценка двух наиболее

значимых факторов, влияющих на состояние среды примагистральных территорий: загрязнение воздуха выхлопными газами и воздействие шума от автомобильного транспорта [1, 2].

Располагая данными о реальных величинах уровня шума и загазованности на магистралях или данными об уровне загрузки магистрали, системе регулирования, качественном составе потока и планировочно-градостроительных характеристиках улично-дорожной сети можно оценить качественное состояние городской среды по каждому фактору воздействия автотранспорта. Возможность определить качество городской среды на стадии проекта застройки важна не только для сравнения вариантов планировочных решений, но и для выбора оптимального комплекса средозащитных мероприятий, прогнозов состояния среды на ближайшую перспективу.

Оценка экологической ситуации от воздействия автомобильного транспорта должна производиться в следующей последовательности [3]:

- предварительный анализ экологической ситуации для определения наиболее неблагоприятных по загазованности и уровню шума зон города;

- предварительный анализ градостроительной и дорожной обстановки с учетом влияния факторов, воздействующих на рассеивание ЗВ и на распространение шума;

- экологический анализ ситуации в расчетных точках с учетом фактического загрязнения воздуха выбросами автомобилей и уровня шума от автотранспорта в сравнении с предельно допустимым уровнем концентрации ЗВ и допустимым уровнем шума;

– расчет градостроительных, дорожных и метеорологических характеристик, влияющих на рассеивание ЗВ и распространение шума;

– разработка мероприятий для достижения предельно допустимого выброса (ПДВ) ЗВ от автомобильного транспорта на магистралях и допустимого уровня шума.

Размер необходимого уровня снижения вредного воздействия по уровню шума и концентрации ЗВ определяется отклонениями фактического состояния от нормативного по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_{\text{экв}} - L_{\text{доп}} \\ \Delta C &= C - C_{\text{пдк}} \end{aligned}$$

где $L_{\text{экв}}$ – эквивалентный уровень шума на линии застройки,

$L_{\text{доп}}$ – допустимый уровень шума на объекте нормирования,

C – концентрация ЗВ на линии застройки,

$C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация ЗВ

Эквивалентный уровень шума транспортного потока при интенсивности движения определяется согласно выражению А. В. Дьякова [4]:

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \sum I_{\text{экв}i} + 120,$$

где $I_{\text{экв}}$ – эквивалентная интенсивность потока, N – число автомобилей в потоке.

ПДВ окиси углерода от транспортного потока на участке автомагистрали в j расчетной точке определяется следующим образом [5]:

$$Q_{\text{пдв}} \leq \Delta C_{\text{aj}} \cdot V_{\text{ул}} \cdot K_1' \cdot u_r / (Z_j \cdot u_1)$$

где ΔC_{aj} – концентрация СО от транспортного потока, при которой общая концентрация не превышает допустимых значений в расчетной точке j , мг/м³, $V_{\text{ул}}$ – средняя ширина улицы в линиях застройки для рассматриваемого участка автомагистрали, м; K_1' – кратность смены воздуха за 1с при скорости ветра $u_r = 1 \text{ м/с}$; Z_j – комплексный параметр, учитывающий изменение СО с удалением от линейных источников выброса и неравномерность массы выброса по направлению движения, 1\м; u_1 – скорость ветра, $u_1 = 1 \text{ м/с}$.

Расчетная концентрация загрязняющего вещества, выбрасываемого автотранспортом определяется по формуле Ю.В. Игнатьева [4]:

$$C = D \Psi Q Z / (u_p A_1),$$

где D – коэффициент, учитывающий влияние этажности примагистральной застройки на турбулентность ветрового потока;

Ψ – коэффициент стабильности ветрового потока, учитывающий влияние порывистости ветрового потока и непостоянство направления его на изменение концентраций;

Q – интенсивность выброса загрязняющего вещества от потока автомобилей для рас-

четного периода с учетом неравномерности их движения;

Z – комплексный параметр, учитывающий снижение концентрации с удаленностью расчетной точки от линейного источника выброса и условий турбулентности;

u_r – расчетная скорость ветрового потока;

A_1 – коэффициент ажурности, учитывающий влияние плотности застройки примагистральной территории.

Примагистральная застройка воздействует на условия рассеивания отработавших газов автомобилей, обеспечивая приток воздуха с прилегающих к автомагистралям территорий. Чем плотнее застройка, тем меньше воздуха она пропускает, тем хуже условия проветривания автомагистрали. Строительные нормы и правила нормируют общую плотность застройки селитебных территорий в зависимости от этажности зданий. При одной и той же этажности композиция застройки может быть различной, обеспечивая различную локальную плотность. Поэтому при расчете рассеивания отработавших газов в атмосфере следует учитывать не только этажность, но и композицию застройки.

Поскольку основные факторы воздействия транспорта на городскую среду выражены в разных единицах измерения, то сопоставляя относительные величины их воздействия, представляется возможность комплексно оценить качество городской среды на участке улично-дорожной сети с помощью комплексного показателя качественного состояния среды $J_{\text{ср}}$:

$$J_{\text{ср}} = \sum K_i \cdot J_i \cdot B_i,$$

где K_i – коэффициент приведения i -го фактора к оценочной шкале;

J_i – относительный показатель качественного состояния среды по i -му фактору;

B_i – коэффициент весомости i -го фактора при совместном действии n факторов.

$$B_i = B_i / b_{\text{пред}i}$$

где B_i – фактическая величина i -го антропогенного воздействия;

$b_{\text{пред}}$ – предельные уровни воздействия.

Коэффициенты весомости факторов определяются исходя из их значимости при совместном действии при помощи комплексного показателя ущербов (КПУ):

$$B_i = \varphi_i / \varphi_{\text{max}}$$

где φ_{max} – весомость преобладающего фактора в составе КПУ.

Относительные показатели качественного состояния среды определяются из соотношений:

$$\begin{aligned} J_{\text{ин}} &= L / L_{\text{доп}}; \\ J_3 &= \sum Q_j \cdot S_j / Q_{\text{пдк}j} \end{aligned}$$

где S_j – доля j -го компонента смеси в выхлопе ($0 < S_j < 1$).

Качественное состояние среды можно определить по необходимым уровням воздействий:

$$J_{ш} = \frac{\Delta L_n}{L_{доп}} + 1;$$

$$J_3 = \delta_j \cdot 100 / (100 - C_n^{co})$$

Принимая во внимание лишь два фактора воздействия транспорта на среду – шум и загазованность – комплексный показатель качественного состояния среды будет носить экологический характер.

Все уровни наблюдаемого загрязнения атмосферы по степени фактической опасности кратковременного и длительного действия подразделены на несколько категорий:

При выявлении экологических оценок магистралей разных категорий отмечена зависимость относительных показателей состояния среды от основных транспортно-градостроительных характеристик магистралей и улиц.

На уровне генерального плана города экологические воздействия автотранспорта на городскую среду можно оценить показателем $J_{кпу}$:

$$J_{кпу} = \sum \cdot K_i \cdot Y_i \cdot B_i / Y_{hi}$$

По показателю $J_{кпу}$ можно дифференцировать качественное состояние среды, определять потребность в реконструкции и осуществлении средозащитной деятельности,

Модифицированная оценочная шкала

Уровень опасности состояния	Оценочный показатель по загазованности		Оценочный показатель по шуму
	Разовый	Средне-суточный	
Безопасное (А)	менее 1,0	1,0	1,0
Малоопасное (В)	1,0 – 2,15	1,0	1,0 – 1,3
Умеренно опасное (С)	2,15 – 4,64	1,0 – 3,0	1,3 – 1,68
Опасное (Д)	4,64 – 10,0	3,0 – 4,8	1,68 – 2,2
Высокоопасное (Е)	10,0 – 17,0	4,8 – 6,7	2,2 – 2,66
Чрезвычайно опасное (F)	более 17,0	6,7 – 17,1	2,66

F – чрезвычайно опасное, вызывающее смертельное и препятствующее воспроизведению потомства поражение;

E – высокоопасное, вызывающее хронические и острые поражения общетоксического и специфического характера, в т.ч. отдаленные проявления на уровне болезней;

D – опасное, сопровождающееся ранними

оценить эффективность комплекса средозащитных мероприятий.

На уровне генерального плана комплексный показатель качественного состояния среды $J_{кпу}$ позволяет укрупнено рекомендовать области применения средозащитных мероприятий на основе экономических критериев и качественного состояния среды.

Рекомендации по применению средозащитных мероприятий в городах:

$J_{кпу}$	Уровень опасности состояния среды	Средозащитные мероприятия
1	(А) безопасное	Не требуется средозащитных мероприятий
1.0...2,2	(В) малоопасное	Применение организационных мероприятий и неспециализированных защитных сооружений, озеленения
2,2...4,6	(С) умеренноопасное	Использование комплекса средозащитных мероприятий, специализированных защитных сооружений, тоннелей мелкого заложения.
	(Д) опасное	Использование комплекса высокоэффективных средозащитных мероприятий, специализированных защитных сооружений, тоннелей мелкого и глубокого заложения.
10,0	(Е) высокоопасное	Изоляция транспортных потоков, использование тоннелей мелкого и глубокого заложения

или поздними проявлениями на уровне физиологических признаков болезни;

C – умеренно опасное, вызывающее изменение в организме на уровне приспособительных реакций, т.е. пороговое.

Весь комплекс средозащитных мероприятий по снижению концентрации ЗВ и уровня шума можно условно подразделить на три основных вида: технические меры по уменьшению интенсивности выброса, организаци-

онные меры по уменьшению пробега и гра- достроительные мероприятия [6].

тий в виде специализированных защитных со- оружений, устройства эстакад, тоннелей и т.д.

Мероприятия по подавлению выбросов автотранспорта

Технические меры по уменьшению интенсивности выброса	Организационные меры по уменьшению пробега
Применение более качественного топли- ва. Установка дополнительных приспособле- ний на двигателе. Пневматическое выключение при малых оборотах. Продувка воздуха в системе подачи. Каталитическое обезвреживание. Технический осмотр и уход за двигателя- ми. Переход на газовое топливо. Совершенствование графика движения. Улучшение дорог и состояние дорожных покрытий. Одностороннее движение. Реверсирование направлений Регулирование загрузки Переход на электромобили. Установка дополнительной шумозащиты автомобилей Применение шумозащитных экранов	Ограничение движения, закрытие улиц. Создание зон, свободных от движения. Частичное ограничение движения. Ограничение зон подъезда. Ограничение холостого хода. Сдерживание движения. Ограничение стоянок и парковок. Управление местами для паркования. Перераспределение нагрузок при парковании. Использование дорог с оплатой за въезд. Светофорное регулирование перекрестков. Изменение регулирования движения на перекрестках. Преимущественный режим для автомобильных объе- динений. Устройство велосипедных дорожек. Отказ от опасных видов транспорта. Ограничение строительства дорог. Строительство обходных путей вокруг урбанизиро- ванных зон. Контроль развития урбанизированной территории. Изменение направления транзитных потоков. Развитие общественного транспорта. Перенос автомагистралей под землю. Создание экспрессных маршрутов для общественного транспорта.

К градостроительным мерам можно отне- сти мероприятия по планировочной организа- ции застройки примагистральных территорий, позволяющих за счет конфигурации, высоты и плотности застройки своевременно удалять загрязняющие вещества из атмосферного воз- духа и снижать уровень шума. Этому также способствует восстановление и создание но- вых санитарно-защитных зон вдоль дорог, а также использование технических мероприя-

Таким образом, состав комплекса меро- приятий по подавлению негативного воздей- ствия автотранспорта в конкретных транс- портно-градостроительных условиях должен определяться с учетом комплексного пока- зателя качественного состояния городской среды, который позволит выбрать наиболее эффективные и экологически обоснованные мероприятия.

Литература

1. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности за- грязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 184 с.
2. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидроме- теоиздат, 1985. – 272 с.
3. Шабиев С. Г. Архитектурно-экологическое проектирование промышленных предприятий Урала. – Челябинск: Издательство ЧГТУ. 1995. – 204 с.
4. Дьяков А. Б., Игнатьев Ю.В. и др. Экологическая безопасность транспортных по- токов. – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
5. Шаприцкий В. Н. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы. Справоч- ник. – М.: Металлургия, 1990. – 416 с.
6. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справ. изд.: Ч.2 / Под ред. Калверта С., Инглунда Г. – М.: Металлургия, 1988. – 712 с.

References

1. Bezuglaya, E.H. YU. Meteorologicheskij potentsial i klimaticheskie osobennosti zagryazneniya vozdukha gorodov [Meteorological potential and climatic features of urban air pollution] / L.: Gidrometeoizdat, 1980. – 184p.
2. Berlyand, M. E. Prognoz i regulirovanie zagryazneniya atmosfery [Forecast and regulation of air pollution] / L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 272 p.
3. Shabiev, S. G. Arkhitekturno-ekologicheskoe proyektirovanie promyshlennykh predpriyatii Urala [Architectural and environmental design of industrial enterprises of the Urals] / Chelyabinsk: Publishing of CSTU. 1995. – 204 p.
4. D'yakov, A. B., Ignat'ev, YU. V. etc. Ekhologicheskaya bezopasnost' transport-nykh potokov. [Environmental safety of traffic flows] / M.: Transport, 1989. – 128 p.
5. Shapritskij, V. N. Razrabotka normativov PDV dlya zashhity atmosfery. Spravochnik [Development of standards of MPE for protection of the atmosphere. Reference book] / M.: Metallurgiya, 1990. – 416 p.
6. Zashhita atmosfery ot promyshlennykh zagryaznenij: Sprav. izd.: CH.2 / Pod red. Kalverta S., Inglanda G. [Protection of the atmosphere against industrial pollution: Reference media: V.2 / Ed. Calvert S., Englund H.] / M.: Metallurgiya, 1988. – 712 p.

Айкашев В. Д.,

Доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

E-mail: norco555@mail.ru

Aikashev V. D.,

Associate professor, South Ural State University, Chelyabinsk.

E-mail: norco555@mail.ru

Поступила в редакцию 14.12.2018