

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ЭМИССИЮ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

**В.К. Курьянов, О.В. Рябова, А.В. Скрыпников,
Е.В. Кондрашова, А.В. Тарарыков**

ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»; ГОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», г. Воронеж

Рецензент В.В. Леденев

Ключевые слова и фразы: загрязнение придорожного пространства; концентрация; токсичные вещества; эмиссия.

Аннотация: Рассмотрено решение вопроса о выборе оптимального варианта трассы дороги по критерию эмиссии токсичных веществ. Предложены меры по уменьшению ее в придорожном пространстве населенных пунктов, курортных зон и т.п., вблизи которых проходит дорога.

При проектировании дороги вблизи населенного пункта или в курортной зоне показатели токсичности могут оказаться решающими для принимаемого варианта [1, 2]. Проблема снижения загрязнения придорожного пространства токсичными веществами отработавших газов может разрешаться в двух направлениях. Во-первых, следует оптимизировать проектные решения по минимуму эмиссии токсичных веществ. Во-вторых, можно специальными защитными мерами снизить концентрацию токсичных веществ до предельно допустимых значений. Решение обеих задач требует моделирования влияния проектируемых дорожных условий на эмиссию токсичных веществ.

Необходимо вычислить алгоритм расчета количества токсичных веществ, в котором даны зависимости не только для расчета эмиссии окиси углерода, но и других видов вредных веществ, токсичность которых значительно выше, чем токсичность окиси углерода. Экологическое проектирование только на окись углерода может привести к неверному решению.

Курьянов В.К. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспорта леса и инженерной геодезии ВГЛТА; Рябова О.В. – доктор технических наук, профессор кафедры строительства автомобильных дорог ВГАСУ; Кондрашова Е.В. – кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса и инженерной геодезии ВГЛТА; Скрыпников А.В. – доктор технических наук, профессор кафедры транспорта леса и инженерной геодезии ВГЛТА; Тарарыков А.В. – аспирант кафедры транспорта леса и инженерной геодезии ВГЛТА, г. Воронеж.

Оптимизация проектного решения по минимуму токсичных веществ может основываться на обобщенном показателе токсичности. Обобщающий показатель токсичности – это общее количество вредных веществ с учетом их относительной ядовитости, которая определяется с учетом санитарных норм концентрации этих веществ.

Принимая токсичность окиси углерода за единицу, получают следующий ряд относительной токсичности веществ: 1:0,7:10:20:100. Обобщенный показатель токсичности T находят по эмиссии P отдельных вредных веществ,

$$T = \sum_{j=1}^n P_j P_{CO,j} + 0,67 \sum_{j=1}^n P_j P_{CH,j} + \sum_{j=1}^n P_j P_{NO,j} + 20 \sum_{j=1}^n P_j P_{сж,j}, \quad (1)$$

где j – номер типа автомобиля; n – общее количество типов автомобилей; P_j – часть автомобилей j -го типа в составе потока; $P_{CO,j}, P_{CH,j}, P_{CN,j}, P_{сж,j}$ – соответственно эмиссии окиси углерода, углеводородов, окислов азота, сажи для автомобиля j -го типа, вычисляемые по формулам алгоритма расчета эмиссии токсичных веществ.

Вариант проектного решения с меньшим значением T экологически более безопасен. Выявлению участков дороги, ее элементов, их сочетания, вызывающих повышенную эмиссию токсичных веществ, способствует эпюра общей токсичности (рис. 1).

После решения вопроса о выборе оптимального варианта трассы дороги по критерию эмиссии токсичных веществ необходимо рассчитать их концентрацию, сравнить ее с предельно допустимыми значениями и принять меры по уменьшению ее в придорожном пространстве тех населенных пунктов, курортных зон, комплексов обслуживания движения и т.п., вблизи которых проходит дорога (табл. 1).

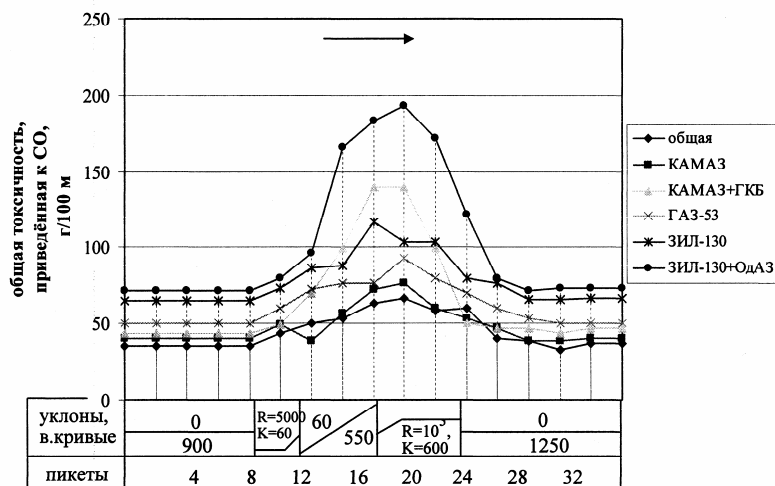


Рис. 1. Эпюры общей токсичности, приведенной к CO для автомобилей

Таблица 1

**Санитарные нормы предельного содержания токсичных веществ
в атмосфере населенных пунктов**

Наименование	Предельно-допустимая концентрация среднесуточная, мг/л
Оксид углерода	$100 \cdot 10^{-5}$
Углеводороды	$150 \cdot 10^{-5}$
Оксиды азота	$10 \cdot 10^{-5}$
Сажа	$5 \cdot 10^{-5}$
Аэрозоли свинца	$1 \cdot 10^{-5}$

Вещества, выделяемые автомобильными двигателями, диффундируют в атмосфере, и в зависимости от тех или иных метеорологических условий их количество в придорожной зоне изменяется. Концентрация токсичных веществ в воздухе по мере приближения к дороге увеличивается и может превзойти предельно допустимую концентрацию.

При расчете концентрации токсичных веществ в придорожном пространстве рекомендуется метод, основанный на модели турбулентной диффузии, которая после некоторых допущений приводит к модели Гауссова распределения в атмосфере

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi}\sigma_2 U} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_2}\right)^2}, \quad (2)$$

где C – концентрация токсичных веществ, г/м³; q – эмиссия, г/с·м; U – скорость ветра, перпендикулярного оси дороги, м/с; σ_2 – стандартное отклонение гауссова рассеивания в вертикальном направлении, м; H – высота точки придорожного пространства над уровнем земли, м.

Интенсивность выделения токсичного вещества определяют по формуле

$$q = \frac{n_1 d_1 + n_2 d_2}{3,6 \cdot 10^5}, \quad (3)$$

где n_1 и n_2 – интенсивности потока в прямом и обратном направлениях, авт./ч; d_1 и d_2 – средневзвешенное количество токсичных веществ, выделяемое одним из автомобилей потока на 100 м пути, находят с учетом состава потока.

Стандартное отклонение σ_2 зависит от расстояния l между осью дороги и искомой точкой придорожного пространства, а также погодных условий (табл. 2). Направление и скорость ветра определяют по розе ветров (табл. 3).

Погодные условия: 1) ясное небо, высота солнца над горизонтом более 60°, типичный летний день, после полудня. Очень конвективная атмосфера; 2) летний день со слабой разрозненной облачностью; 3) типичный солнечный летний день ближе к вечеру, с разрозненной низкой облачностью или летний день с ясным небом и высотой солнца над горизонтом от 15 до 35°; 4) может быть использована для зимнего дня.

Таблица 2

**Зависимость стандартного отклонения от расстояния
до источника токсичных веществ**

Тип автомобиля		Продольный уклон, %								
		8	6	4	2	0	2	4	6	8
Грузовые	ЗИЛ-130	7,2	6,8	14,3	39,4	60,8	79,2	94,3	114,4	137,6
	КАМАЗ	9,1	8,4	6,5	16,4	54,3	41,4	59,5	82,0	108,0
	КАМАЗ+ГКБ	8,9	8,2	7,0	18,5	52,8	53,2	100,6	113,4	197,2
Автобусы	ПАЗ	5,6	5,3	4,1	38,5	54,7	77,3	94,3	124	153,3
	ЛАЗ-699	7,2	6,7	5,1	47,6	73,8	106,5	126,0	180,2	217,1
	ЛиАЗ-5226	8,3	7,8	6,0	59,4	79,3	99,8	158,6	208,5	262,1
Легковые	ВАЗ-2107	2,1	2,0	8,5	8,6	15,0	17,0	16,4	17,7	16,0
	ГАЗ-3110	2,2	2,1	5,2	10,8	19,5	22,9	25,5	26,6	23,9

Таблица 3

Классификация погодных условий для определения (по Тернеру)

Параметр	Стандартное отклонение σ_2 , м							
	20	40	80	100	200	400	800	1000
А	3,6	6,5	9,2	17	38	80	200	620
В	2,2	4	5,9	8	9,8	19	38	60
С	1,5	2,8	4,5	6	16	30	46	68
Д	0,8	1,8	3,2	5	8,2	16	24	36
Е	0,4	1	1,8	3,2	5,3	8,8	16	23

Анализ показывает, что наиболее опасны категории погодных условий «3», дающие при скорости ветра 2...3 м/с максимальную концентрацию при $H = 0$ м. Снижение концентрации токсичных веществ может быть обеспечено мерами:

- однорядной посадкой деревьев с кустарниками высотой 1,5 м и на полосе шириной 3...4 м – на 7...25 %;
- двухрядной посадкой деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе шириной 10...12 м – на 40...50 %;
- четырехрядной посадкой деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе шириной 30...50 м – на 65...100 %;
- экранирующая насыпь в виде земляных карьеров, стенок – на 70...90 %;
- расположением дороги в выемке – на 15...40 %.

Список литературы

1. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог : учеб. / В.В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1984 . – 287 с.

2. Курьянов, В.К. Лесотранспорт как система ВАДС : учеб. пособие для вузов / В.К. Курьянов. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2002. – 251 с.

**Modeling of the Effect of Projected Road
Conditions on the Emission of Toxic Substances**

**V.K. Kuryanov, O.V. Ryabova, A.V. Skrypnikov,
E.V. Kondrashova, A.V. Tararykov**

*Voronezh State Timber Academy, Voronezh
Voronezh State Architecture Construction University, Voronezh*

Key words and phrases: roadside pollution; concentration of toxic substances; emission of toxic substances.

Abstract: The paper studies the problem of choosing the best option for building a road by the following criteria – emission of toxic substances. It offers the measures on the reduction of roadside pollution for the nearby residences, resort zones and other places that are located close to the road.

© В.К. Курьянов, О.В. Рябова, А.В. Скрыпников,
Е.В. Кондрашова, А.В. Тарарыков, 2008