

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра промышленно-транспортной экологии

Утверждаю

Зем. Проректор по учебной работе
профессор

П.И.Поспелов

27 февраля 2001 г.

О.А.СТАВРОВ, Ю.В.ТРОФИМЕНКО

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к расчетно-практическим работам
по курсу
"Основы промышленно-транспортной
экологии"

МОСКВА 2001

ТЕМА №1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ
ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ В
АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

(по действующей официальной методике)

В основу методики расчета выбросов вредных веществ автомобильным транспортом заложен нормируемый удельный выброс по автомобилям отдельных групп (грузовые, автобусы, легковые) и классов (по грузоподъемности, габаритным размерам для автобусов, по рабочему объему двигателя для легковых автомобилей) для каждого типа двигателя (бензиновый, дизельный) в зависимости от движения по городу или вне населенных пунктов. При этом выброс вредных веществ корректируется в зависимости от ряда наиболее существенных факторов. В результате в общем виде расчет массы вредных выбросов, поступающих в атмосферный воздух от АТС средств, проводится по формуле:

$$M_i = \sum_j \sum_k \sum_g m_{ijk} \cdot L_{kg} \cdot \prod_n K_{ijk} \quad (1.1)$$

где M_i - масса i -го вредного вещества (оксида углерода - CO, углеводородов - CH, оксидов азота - NO_x и др.);

j - количество групп автомобилей;

k - количество классов автомобилей в данной группе;

g - количество типов двигателей, используемых в данном классе автомобилей данной группы;

m_{ijk} - пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилем j -ой группы k -го класса с g -ым типом двигателя при движении по городу или вне населенных пунктов, г/км;

$\prod_n K_{ijk}$ - произведение коэффициентов влияния « n » факторов на выброс i -го вредного вещества автомобилем j -ой группы k -го класса с g -ым типом двигателя.

По действующей методике для отдельных групп автомобилей учитывают различные коэффициенты влияния, в результате чего расчетные формулы для i -го загрязняющего вещества имеют вид:

- для легковых автомобилей k -го класса с двигателем g -го типа

$$M_{ikg} = m_{ikg} \cdot L_{kg} \cdot K_{nig} \cdot K_{tig}, \quad T \quad (1.2)$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс i -го вредного вещества легковыми автомобилями k -го класса (с двигателем k -го рабочего объема) с двигателями g -го типа при движении по территории населенного пункта или вне его, г/км (см.табл.1.1);

L_{kg} - пробег легковых автомобилей k -го класса с двигателем g -го типа по территории населенного пункта или вне его, млн.км;

K_{nig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении по территории населенного пункта (включается в формулу только при расчете движения по населенным пунктам);

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния легковых автомобилей.

Таблица 1.1

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ
легковыми автомобилями с бензиновым двигателем, г/км

Рабочий объем дви- гателя, л	Населенный пункт			Вне населенного пункта		
	CO	CH	NO _x	CO	CH	NO _x
Менее 1,3	11,4	2,1	1,3	4,8	1,2	2,3
1,3 - 1,8	13	2,6	1,5	5,5	1,5	2,7
1,8 - 3,5	14	2,8	2,7	6	1,6	4

- для грузовых автомобилей k -го класса с двигателем g -го типа

$$M_{ikg} = m_{ikg} \cdot L_{kg} \cdot K_{nig} \cdot K_{tig} \cdot K_{tig}, \quad T \quad (1.3)$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс i -го вредного вещества грузовыми автомобилями k -го класса (k -ой грузоподъемности) с двигателями g -го типа при движении по территории населенного пункта или вне его, г/км (см.табл.1.2);

L_{kg} - пробег грузовых автомобилей k -го класса с двигателями g -го типа при движении по территории населенного пункта или вне населенного пункта, млн.км;

K_{nig} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ грузовыми автомобилями при движении по

территории населенного пункта (только для движения по населенным пунктам);

K_{kg} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния грузовых автомобилей.

Таблица 1.2

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями, г/км

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Населенный пункт			Вне населенного пункта		
		CO	CH	NO _x	CO	CH	NO _x
0,5 - 2,0	Б	22	3,4	2,6	15,2	1,9	2,1
2,0 5,0	Б	52,6	4,7	5,1	26,3	2,6	4,1
2,0 5,0	Д	2,8	1,1	8,2	2,5	0,8	6,9
5,0 8,0	Б	73,2	5,5	9,2	40,8	4,1	8
5,0 8,0	Д	3,2	1,3	11,4	2,6	1,2	9,1
8,0 16,0	Б	97,8	8,2	10	50,5	4,5	8,5
8,0 16,0	Д	3,9	1,6	13,4	3,2	1,4	10,7
Более 16,0	Д	4,5	1,8	16,4	3,6	1,5	13,1

- для автобусов k -го класса с двигателем g -го типа, используемым на перевозках h -го типа

$$M_{ikgh} = m_{ikg} \cdot L_{kgh} \cdot K_{hiq} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig}, \text{ т} \quad (1.4)$$

где m_{ikg} - пробеговой выброс i -го вредного вещества автобусом k -го класса (k -го габарита) с двигателями g -го типа при движении по территории населенного пункта или вне его, г/км (см.табл.1.3);

L_{kgh} - пробег автобусов k -го класса с двигателями g -го типа при использовании в качестве маршрутного или на других видах перевозок при движении по территории населенного пункта или вне населенного пункта, млн.км;

K_{kgh} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от вида перевозок;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами при движении по территории населенного пункта (только для движения по населенным пунктам);

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автобусов.

Значения коэффициентов влияния приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.3

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусами, г/км

Класс автобуса (L габаритная длина, м)	Тип двигателя	Населенный пункт			Вне населенного пункта		
		CO	CH	NO _x	CO	CH	NO _x
Особо малый (L менее 5)	Б	13,5	2,9	3	6	1,6	4
Малый (6,0<L<7,5)	Б	44	3,4	6,1	24	2,3	5
Средний	Б	67,1	5	9,9	34	3,9	8,2
	Д	4,5	1,4	9,1	3,3	1,2	8
Большой (10,5<L<12)	Б	104	7,7	10,4	62	4,6	9,5
	Д	4,9	1,6	10	3,5	1,3	18
Особо большой (L>12)	Д	5	1,6	11	3,6	1,3	18,8

Таблица 1.4

Значения коэффициентов влияния в формуле (1.4)

Группы автотранспортных средств	Тип двигателя	Коэффициенты	Населенный пункт			Вне населенного пункта		
			CO	CH	NO _x	CO	CH	NO _x
Легковые автомобили	Б	K_{ri}	0,87	0,92	0,94			
		K_{ri}	1,75	1,48	1	1,75	1,48	1
Грузовые автомобили	Б	K_{ri}	0,89	0,85	0,79			
		K_{ri1}	0,68	0,87	0,67	0,68	0,87	0,67
		K_{ri2}	2	1,83	1	2	1,83	1
	Д	K_{ri}	0,95	0,93	0,92			
		K_{ri}	0,68	0,76	0,82	0,68	0,76	0,82
Автобусы	Б	K_{ri}	1,6	2,1	1	1,6	2,1	1
		K_{ri}	0,89	0,85	0,79			
		K_{ri1}	0,9	0,96	0,89	0,7	0,88	0,67
		K_{ri2}	0,7	0,88	0,67	0,7	0,88	0,67
		K_{ri}	2	1,83	1	2	1,83	1

Группы авто-транспортных средств	Тип двигателя	Коеф-фициенты	Населенный пункт			Вне населенного пункта		
			CO	CH	NO _x	CO	CH	NO _x
	Д	K _д	0,95	0,93	0,92			
		K _{д1}	0,89	0,92	0,93	0,68	0,76	0,81
		K _{д2}	0,68	0,76	0,81	0,68	0,76	0,81
		K _д	1,6	2,1	1	1,6	2,1	1

ЗАДАЧА №1

Рассчитать валовый выброс вредных веществ (оксида углерода - CO, оксидов азота - NO_x, углеводородов - CH) от автотранспорта по территории города за год. Исходные данные следующие:

- годовой пробег (в млн.км) грузовых автомобилей с бензиновым ДВС - L_x; грузовых автомобилей дизельных - L_y; автобусов бензиновых - L_z; автобусов дизельных - L_w; легковых автомобилей - L_r (значения годовых пробегов для каждого варианта расчета см. в таблице 1.5);

- пробеги внутри перечисленных групп автомобилей распределяются пропорционально структуре парка: легковые автомобили с рабочим объемом двигателя менее 1,3 л - 24%, 1,3-1,8 л - 65%, 1,8 л и более - 11%; грузовые с бензиновым двигателем грузоподъемностью 0,5-2,0 т - 18%, 2,0-5,0 т - 68%, 5,0-8,0 т - 11%, 8,0 т и более - 3%; грузовые с дизельным двигателем грузоподъемностью 2,0-5,0 т - 4%, 5,0-8,0 т - 5%, 8,0-16,0 т - 76%, 16,0 т и более - 15,0%; автобусы с бензиновым двигателем особо малого класса (габаритной длиной менее 5 м) - 2%, малого класса (6,0-7,5 м) - 15%, среднего класса (8,0-9,5 м) - 63% (в том числе маршрутные - 50% от общего количества автобусов данного класса), большого класса (10,5-12,0 м) - 20% (все маршрутные); автобусы с дизельным двигателем все маршрутные, в том числе среднего класса - 1%, большого класса - 44%, особо большого класса - 55%;

- пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автотранспортных средств и поправочные коэффициенты (коэффициенты влияния) задаются.

Таблица 1.5

Годовые пробеги АТС по территории города, млн.км

№ п/п	L _x	L _y	L _z	L _w	L _r
1	472,41	70,59	253	22	615
2	944,82	141,18	506	44	1250
3	321,44	48,55	201,3	20,4	601,2
4	567,98	75,66	276,7	25,4	640,3
5	984,33	154,62	521,6	47,6	1470
6	523,55	73,84	260,1	23,9	625,6
7	237,77	43,67	168,4	18,3	469,6
8	485	72,34	256,8	22,7	619,2
9	671,44	83,25	307,8	26,1	651,7
10	338,91	50,72	230	21,1	607,8
11	427,53	71,24	243,5	24,1	630,7
12	489,22	73,68	253,6	24,9	636,9
13	978,35	151,31	504,6	43,8	1263
14	867,23	132,61	438,1	41	1211
15	237,88	43,55	172,9	19,7	578,9
16	776,88	92,23	315,6	27,4	770,9
17	456,23	72,44	243,7	24,3	635,8
18	589,07	76,61	253,3	25,1	660,1
19	234,79	41,33	165,2	19,3	576,1
20	328,99	71,56	262,6	25	760,3
21	459,33	74,31	265,4	25,8	672,8
22	667,87	84,33	286,7	27,1	680,1
23	877,25	135,61	439,9	42,1	1003
24	552,22	83,42	253,1	24,9	635,5

Результаты расчетов представляются в виде итоговой таблицы, форма которой задается (см. форму 1.1).

По результатам расчета должны быть сделаны выводы, содержащие ответы на следующие вопросы:

- какая группа автомобилей дает наибольший вклад в загрязнение атмосферы по сумме всех компонентов (CO, CH, NO_x)?
- какая группа автомобилей дает наибольший вклад в загрязнение атмосферы по оксиду углерода (CO)?
- какая группа автомобилей дает наибольший вклад в загрязнение атмосферы по оксидам азота (NO_x)?

Форма представления результатов расчета

Группы и классы АТС	Выброс СО		Выброс СН		Выброс NO _x		СО+СН+NO _x	
	т	%*)	т	%*)	т	%*)	т	%*)
Легковые с бензин. ДВС рабочим объемом								
менее 1,3 л								
1,3-1,8 л								
1,8 и более								
Итого								
Грузовые с бензин. ДВС грузоподъемностью								
0,5-2,0 т								
2,0-5,0 т								
5,0-8,0 т								
8,0 т и более								
Итого								
Грузовые с дизельными двигателями грузоподъемностью								
2,0-5,0 т								
5,0-8,0 т								
8,0-16,0 т								
16,0т и более								
Итого								
Автобусы с бензиновыми ДВС прочие								
менее 5 м								
6,0-7,5 м								
8,0-9,5 м								
Итого								
Автобусы с бензиновыми ДВС маршрутные								
8,0-9,5 м								
10,5-12,0 м								
Итого								
Автобусы с дизельными ДВС маршрутные								
8,0-9,5 м								
10,5-12,0 м								
более 12,0 м								
Итого								
Всего выбросы вредных веществ								

*) - проценты берутся по отношению к выбросу "всего".

ЗАДАЧА №2

Рассчитать снижение годового валового выброса вредных веществ (оксида углерода - СО, оксидов азота - NO_x, углеводородов - СН) от автотранспорта по территории города, а также изменение общего выброса от автотранспорта в случае строительства объездной дороги.

Исходные данные следующие:

-до строительства объездной дороги пробеги автомобилей и валовые выбросы соответствуют данным задачи №1;

-годовые пробеги по объездной дороге прогнозируются в размерах: для грузовых автомобилей с бензиновыми ДВС - l_x ; грузовых автомобилей дизельных - l_y ; автобусов бензиновых - l_z ; автобусов дизельных - l_w ; легковых автомобилей - l_r ; (значения годовых пробегов по объездной дороге для каждого варианта расчета см. в таблице 1.6);

-пробеги внутри перечисленных групп автомобилей распределяются пропорционально структуре парка в соответствии с условиями задания 1;

-снижение пробегов по территории города составит 85% от прогнозируемых пробегов по объездной дороге.

Результаты расчета свести в таблицу (см.форму 1.2).

Таблица 1.6

Годовые пробеги АТС по объездной дороге, млн.км

№ п/п	l_x	l_y	l_z	l_w	l_r
1	94,4	35,2	1,2	8,8	6,1
2	141,7	42,3	2	13,2	6,2
3	96,4	31,5	4	8,1	4,8
4	141,9	45,3	1,1	5	2,5
5	98,4	61,8	1,5	4,7	8,8
6	68	27,3	2,6	11,9	1,8
7	40,4	17	1,3	5,4	3,2
8	116,4	44,8	5,1	6,8	4,9
9	174,5	52,4	1,8	5,2	5,8
10	94,8	23,3	1,8	6,3	6
11	72,6	34,1	4,8	9,6	1,2
12	112,5	43,4	1,2	4,9	1,9
13	205,4	92,2	1	4,3	6,3
14	156,1	62,3	2,6	8,2	4,8
15	64,2	21,3	5,1	1,9	3,4
16	100,9	47	3,1	10,9	2,3

№ п/п	l_x	l_y	l_z	l_w	l_r
17	86,6	39,8	1,2	7,2	4,4
18	94,2	45,1	7,5	5	1,3
19	32,8	17,7	4,9	5,7	4,6
20	59,2	30	1	1	7,6
21	119,4	45,3	2,6	1,2	6
22	187	53,1	2,2	5,4	4
23	201,7	65	1,3	4,2	5
24	138	39,2	5	4,9	4,4

Форма 1.2

Форма представления результатов расчета выброса вредных веществ (в тоннах)

Группы автотр. средств	Выброс CO		Выброс CH		Выброс NO _x		CO+CH+NO _x	
	го-род	объ-езд	го-род	объ-езд	го-род	объ-езд	го-род	объ-езд
Легковые								
Всего								
Грузовые бензинов.								
Грузовые дизельн.								
Автобусы бензинов. прочие								
Автобусы бензинов. маршрутн.								
Автобусы дизельн. маршрутн.								
Всего выброс								
Всего выброс с объездом								
Всего выброс по заданию 1		-		-		-		-

Группы автотр. средств	Выброс CO		Выброс CH		Выброс NO _x		CO+CH+NO _x	
	го-род	объ-езд	го-род	объ-езд	го-род	объ-езд	го-род	объ-езд
Снижение выброса в городе		-		-		-		-
Изменен. общего выброса								

Литература по теме №1. Методика определения массы выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. - М., НИИАТ, 1993.