МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕТОДИКА

РАСЧЕТОВ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТОМ НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ

gost.e-ecolog.ru

Москва 1997

"УТВЕРЖДАЮ"

Первый заместитель Министра
охраны окружающей среды
и природных ресурсов
Российской Федерации

А.Ф.Порядин

"15" марта 1996 г.

"УТВЕРЖДАЮ"

Заместитель Министра
транспорта Российской
Федерации

В.Ф.Беренин

"15" 03 1996 г.

МЕТОДИКА

РАСЧЕТОВ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТОМ НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ

Москва, 1996 г.

Разработчики методики:

А.В.Рузский (МАДИ),

В.В.Донченко (НИИАТ),

В.А.Петрухин (НИИАТ),

В.А.Виженский (НИИАТ),

А.С. Калашников (НИИАТ),

И.В. Кулешов (НИИАТ),

Е.В. Пушкарева (НИИАТ),

Н.В. Самойлова (НИИАТ),

Г.И.Клинковштейн (МАДИ),

В.Г.Минченко (МАДИ).

Разработчики программного комплекса "Магистраль":

А.Ю.Малиновский (НПО "Техномаш").

М.И.Ермолов (НПО "Техномаш").

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. Общие положения.....4

2. Расчетная схема.....4

3. Расчет выбросов загрязняющих веществ.....7
   3.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ для элемента улично-дорожной сети с регулируемым пересечением.....7
   3.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ для элемента улично-дорожной сети с нерегулируемым пересечением.....11
   3.3. Расчет выбросов загрязняющих веществ для участка улично-дорожной сети.....11
   3.4. Порядок определения удельных выбросов загрязняющих веществ расчетными автомобилями.....12

4. Указания по сбору исходной информации для расчета выбросов загрязняющих веществ.....17

5. Оценка погрешностей расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях.....24

6. Примеры расчетов выбросов загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях.....29

7. Программный комплекс "Магистраль" для расчета выбросов загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях.....48

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика предназначена для расчета выбросов загрязняющих веществ транспортными потоками при движении автомобилей по городским магистралям и может быть использована для оценки показателей экологического воздействия, обоснования необходимости применения экологически ориентированных мероприятий по организации дорожного движения (ОДД), оценки альтернативных вариантов проектных решений по ОДД и сравнительной технико-экономической оценки вариантов проектных решений по ОДД.

Учитывается выброс следующих загрязняющих веществ:

- оксид углерода - CO;
- углеводороды - CH;
- оксиды азота - NO_x (в пересчете на NO_2);
- твердые частицы (сажа) - C;
- диоксид серы - SO_2;
- соединения свинца - Pb (только для городов, где используется этилированный бензин);

Методика предназначена для использования:

- природоохранными и контролирующими организациями, занимающимися организацией системы контроля за показателями экологического воздействия транспортных потоков и оперативного управления ими с целью нормализации экологической обстановки;
- организациями градостроительного и транспортно-дорожного профиля, выполняющими проектирование комплексных схем организации движения для отдельных участков улично-дорожной сети городов (УДС).

2. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА

Влияние условий движения автомобилей в транспортном потоке на выброс загрязняющих веществ прежде всего проявляется через обусловленное организацией движения соотношение установившихся и неустановившихся режимов движения. Поэтому в общем виде величина выброса автомобилей i-го загрязняющего вещества M_i на участке улицы длиной l за единицу времени может быть определена по формуле:

$$M_i = M_{li} + D_i \qquad (1)$$

где M_{li} — выброс i-го загрязняющего вещества при непрерывном движении транспортного потока, г/ч;

D_i — дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества, связанный с задержкой транспортных средств, г/ч.

Величина M_{li} отражает неизбежную часть выброса, определяемую техническим уровнем и состоянием транспортных средств, скоростью движения, интенсивностью движения и дорожными условиями. Величина D_i отражает увеличение выброса, вызванное торможением и разгоном транспортных средств, а также работой двигателя на холостом ходу.

Для реализации данного подхода используется следующая расчетная схема:

1. Участок транспортной сети города представляется в виде отдельных элементов УДС: перегонов (n) и перекрестков (j) (рис.1).;

2. Выброс загрязняющих веществ M_{li} определяется для каждого перегона, исходя из направления движения, протяженности данного участка, числа полос движения и интенсивности движения в данном направлении;

3. Дополнительный выброс D_i рассчитывается для каждого перекрестка. Расчет для регулируемых перекрестков основан на представлении каждого перекрестка как совокупности регулируемых направлений (РН) (рис.2), включающих одно или несколько геометрических направлений движения транспортных средств на подходе к перекрестку, имеющих общие полосы движения и управляемых общим сигналом светофора. Каждое РН характеризуется количеством остановок автомобилей, временем работы двигателя на холостом ходу и скоростью движения на входном и выходном участках.

Для нерегулируемых перекрестков равнозначных дорог D_i определяется для каждого направления движения, а для нерегулируемых перекрестков неравнозначных дорог — только для второстепенного.

4. Транспортный поток подразделяется на пять групп расчетных автомобилей:

– *расчетный легковой автомобиль (РЛА)* — усредненная модель легкового автомобиля, отражающая существующее распределение легковых автомобилей с двигателями различного литража в потоке;

расчетный грузовой автомобиль с бензиновым двигателем (РГАБ) — усредненная модель грузового автомобиля с бензиновым двигателем, отражающая существующее распределение грузовых автомобилей различной грузоподъемности в потоке;

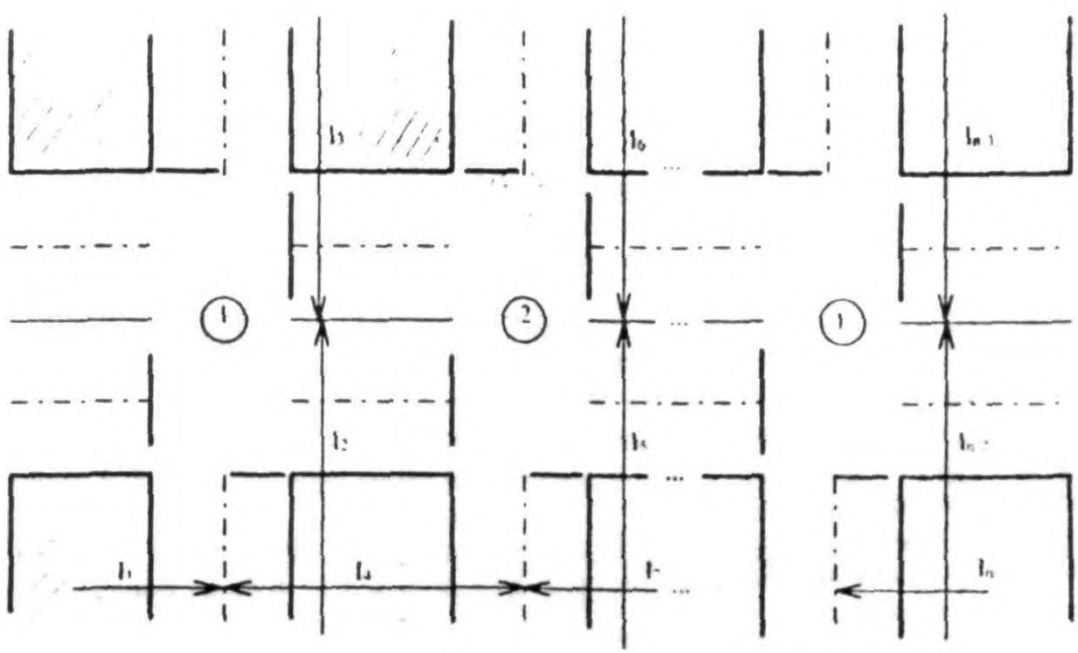
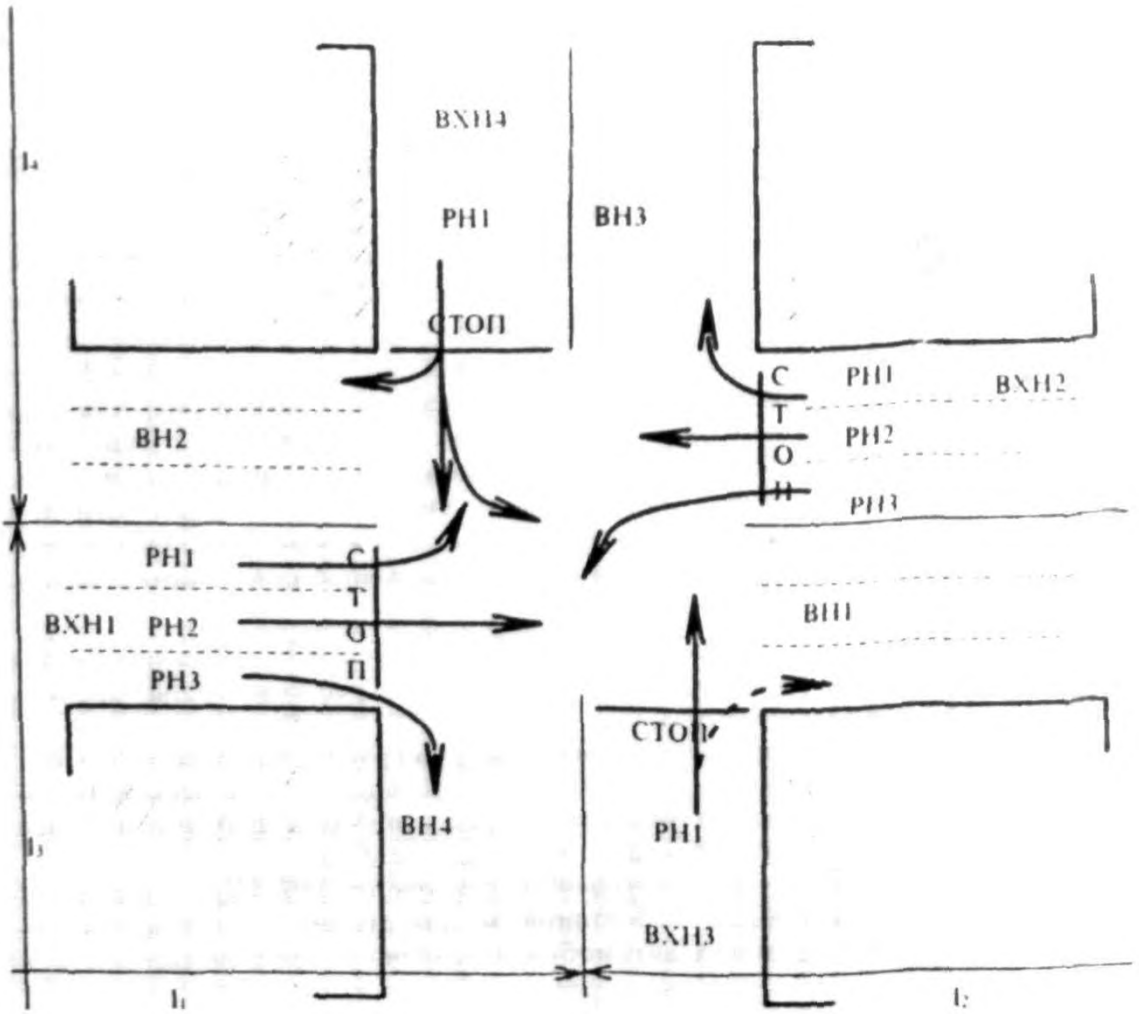


Рис.1. Схема участка улично-дорожной сети



ВХН - входное направление; ВН - выходное направление;
РН - регулируемое направление

Рис.2. Схема элемента улично-дорожной сети

- *расчетный грузовой автомобиль с дизельным двигателем (РГАД)* — усредненная модель грузового автомобиля с дизельным двигателем, отражающая существующее распределение грузовых автомобилей различной грузоподъемности в потоке;
- *расчетный автобус с бензиновым двигателем (РАБ)* — усредненная модель автобуса с бензиновым двигателем, отражающая существующее распределение автобусов различного класса в потоке;
- *расчетный автобус с дизельным двигателем (РАД)* — усредненная модель автобуса с дизельным двигателем, отражающая существующее распределение автобусов различного класса в потоке.

Для крупных городов России доля РГАБ составляет 71%, РГАД - 29% из общего количества грузовых автомобилей, а для РАБ - 37%, РАД - 63% из общего количества автобусов в потоке.

В тех случаях, когда для конкретного города соотношение между данными расчетными типами автомобилей существенно отличается от приведенного выше, оно определяется экспериментально при подготовке исходных данных для расчета.

3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

3.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ для элемента УДС с регулируемым перекрестком.

Расчетная схема элемента УДС представлена на рис.2.

Расчетный вариант 1.

Условия движения по перегону:

- входное направление - V=45-60 *км/час*;
- выходное направление - V=45-60 *км/час*.

Условия проезда перекрестка для данного РН:

- число автомобилей в очереди не превышает пропускной способности перекрестка.

Выброс i-го загрязняющего вещества для входного и выходного направления M_{1i} определяется по формуле

$$M_{1i}=\sum_{k=1}^{5} m'_{1ik} \cdot l_n \cdot N_{kn}, \ г/час, \qquad (3.1)$$

где m'_{1ik} — пробеговый выброс i-го загрязняющего вещества автомобилем k-й расчетной группы, *г/км*;

l_n — длина n-го перегона входного или выходного направления, км;

N_{kn} — интенсивность движения автомобилей k-й расчетной группы на n-ом перегоне входного или выходного направления, *авт/час*;

Дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества D_i для соответствующего РН каждого входного направления определяется по формуле:

$$D_i=\sum_{k=1}^{5}\left[m'_{sik} + m_{xxik} \cdot t_{xx}\right] \cdot N_{ok}, \ г/час, \qquad (3.2)$$

где m'_{sik} — дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества на остановку автомобилем k-й расчетной группы, *г*;

m_{xxik} — выброс i-го загрязняющего вещества при работе двигателя автомобиля k-й расчетной группы на холостом ходу, *г/мин*;

t_{xx} — время работы двигателя на холостом ходу для соответствующего РН, *мин*;

N_{ok} — количество остановленных автомобилей k-й расчетной группы на соответствующем РН, *авт/час*.

Значения m'_{1ik}, m'_{sik} и m_{xxi} приведены в табл.3.1, 3.2 и 3.3.

Расчетный вариант 2.

Условия движения по перегону:

- входное направление - V=45-60 км/час;
- выходное направление - V=45-60 км/час;

Условия проезда перекрестка для данного РН:

- число автомобилей в очереди превышает пропускную способность перекрестка.

Выброс i-го загрязняющего вещества для входного и выходного направления M_{li} определяется по формуле 3.1.

Дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества D_i для соответствующего РН определяется по формуле:

$$D_i = \sum_{k=1}^{5} (m'_{sik} + m''_{sik} \cdot S + m_{xxik} \cdot t_{xx}) \cdot N_{ok}, \text{ г/час}, \qquad (3.3)$$

где m''_{sik} - дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества на остановку автомобилем k-й расчетной группы при промежуточных остановках, г (табл.3.4);

S - количество промежуточных остановок при разъезде очереди.

Таблица 3.1

Пробеговый выброс загрязняющих веществ при движении по перегону (m'_{sik})

Тип транспортных средств	Пробеговый выброс загрязняющих веществ, г/км					
	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
РЛА	9,8	2,2	1,9	—	0,02	0,07
РГАБ	68,4	6,4	6,1	—	0,03	0,21
РГАД	4,6	2,9	10,2	0,38	—	1,47
РАБ	93	7,0	7,9	—	0,04	0,30
РАД	5,8	2,7	9,1	0,38	—	1,59

Таблица 3.2

Дополнительный выброс загрязняющих веществ на одну остановку (m'_{sik})

Тип транспортных средств	Дополнительный выброс на одну остановку, г					
	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
РЛА	3,5	0,7	0,5	—	0,003	0,018
РГАБ	18,1	1,3	3,8	—	0,013	0,07
РГАД	3,3	0,8	3,6	0,3	—	0,52
РАБ	21,5	1,5	4,0	—	0,014	0,10
РАД	3,5	1,6	3,9	0,3	—	0,55

Таблица 3.3

Выброс загрязняющих веществ при работе двигателя автомобиля на холостом ходу (m_{xxk})

Тип транспортных средств	Выброс при работе двигателя на холостом ходу *г/мин*					
	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
РЛА	2 9	0 2	0 05	—	0 003	0 01
РГАБ	13 1	2 1	0 15	—	0 004	0 024
РГАД	2 8	0 3	1 0	0 04	—	0 086
РАБ	17 8	2 7	0 16	—	0 004	0 031
РАД	4 6	0 5	0 61	0 03	—	0 096

Таблица 3.4

Дополнительный выброс загрязняющих веществ при промежуточных остановках (m''_{xk})

Тип транспортных средств	Выброс загрязняющих веществ, *г/ост*					
	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
РЛА	1 2	0 2	0 1	—	0 001	0 006
РГАБ	6 0	0 4	0 5	—	0 005	0 02
РГАД	1 6	0 3	0 8	0 1	—	0 17
РАБ	7 5	0 5	0 8	—	0 005	0 03
РАД	1 7	0 5	0 8	0 1	—	0 18

Расчетный вариант 3.

Условия движения по перегону:

- входное направление - V = 30-45 км/час;
- выходное направление - V = 30-45 км/час.

Условия проезда перекрестка для данного РН:

– число автомобилей в очереди превышает пропускную способность перекрестка.

Выброс i-го загрязняющего вещества для входного и выходного направления M_{ik} определяется по формуле:

$$M_{ik} = \sum_{k=1}^{5} m''_{ik} \cdot l_n \cdot N_k, \ г/час \qquad (3.4)$$

где m''_{ik} — пробеговый выброс i-го загрязняющего вещества автомобилем k-й расчетной группы, *г/км* (табл.3.5).

Дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества D_i для соответствующего РН определяется по формуле:

$$D_i = \sum_{k=1}^{5} [m''_{sik} \cdot (1+S) + m_{xxik} \cdot t_{xx}] \cdot N_{ok}, \ г/час \qquad (3.5)$$

Таблица 3.5

Пробеговый выброс загрязняющих веществ (m''_{lik})

Тип транспортных средств	Выброс загрязняющих веществ, г/км					
	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
РЛА	11,4	3,7	0,8	—	0,02	0,08
РГАБ	75,2	10,8	1,8	—	0,03	0,20
РГАД	3,0	1,9	3,4	0,38	—	1,18
РАБ	102,3	11,8	2,0	—	0,04	0,29
РАД	3,7	1,7	4,2	0,38	—	1,48

Расчетный вариант 4.

Условия движения по перегону:

- входное направление - V=45-60 км/час;
- выходное направление - V=30-45 км/час.

Условия проезда перекрестка для данного РН:

- число автомобилей в очереди превышает пропускную способность перекрестка.

Выброс i-го загрязняющего вещества для входного и выходного направления M_{Li} определяется по формуле:

Входное:

$$M_{Li} = \sum_{k=1}^{5} m'_{lik} \cdot l_n \cdot N_k, \ г/час, \qquad (3.6)$$

Выходное:

$$M_{Li} = \sum_{k=1}^{5} m''_{lik} \cdot l_n \cdot N_k, \ г/час, \qquad (3.7)$$

Дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества D_i для соответствующего РН определяется по формуле 3.5.

Расчетный вариант 5.

Условия движения по перегону:

- входное направление - V=30-45 км/час;

выходное направление - V=45-60 км/час.

Условия проезда перекрестка:

число автомобилей в очереди превышает пропускную способность перекрестка.

Выброс i-го загрязняющего вещества M_{ik} для входного направления определяется по формуле 3.7, а для выходного направления — по формуле 3.6.

Дополнительный выброс i-го загрязняющего вещества D_i для соответствующего РП определяется по формуле 3.3.

Суммарный выброс i-го загрязняющего вещества для элемента УДС M_{ij}, для расчетных вариантов 1-5 определяется суммированием всех значений M_{ik} и D_i.

3.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ для элемента УДС с нерегулируемым пересечением.

Для нерегулируемого перекрестка равнозначных дорог выброс i-го загрязняющего вещества для входного и выходного направления M_{ik} определяется по формуле 3.1, а дополнительный выброс D_i — по формуле:

$$D_i = \sum_{k=1}^{5} \left(m'_{xk} + m_{xxk} \cdot t_{xx} \right) \cdot N_{ok}, \ г/час, \qquad (3.8)$$

где t_{xx} — время работы двигателя на холостом ходу для входного направления, мин;

N_{ok} — количество остановленных автомобилей на входном направлении, *авт/час*.

Для нерегулируемого перекрестка неравнозначных дорог выброс i-го загрязняющего вещества для входного и выходного направления M_{ik} определяется по формуле 3.1, а дополнительный выброс D_i — по формуле 3.8 только для второстепенных входных направлений.

Для пересечений кругового типа длина перегона для входного и выходного направлений определяется от центра кольца.

Суммарный выброс i-го загрязняющего вещества для элемента УДС M_{ij} определяется суммированием всех значений M_{ik} и D_i.

3.3 Расчет выбросов загрязняющих веществ для участка УДС.

Величина выброса i-го загрязняющего вещества M_i для участка УДС определяется суммированием всех значений M_{ik} и D_i для данного участка.

В качестве самостоятельного расчетного варианта необходимо рассматривать полную блокировку движения на участке УДС. В этом случае выбросы i-го загрязняющего вещества $M_{бл}$ рассчитывается только за время блокировки $t_{бл}$ по формуле:

$$M_{iбт} = \frac{\sum(0,5 \cdot m''_{iik} \cdot l_{бт} + m''_{xik} + m_{xxik} \cdot t_{бт}) \cdot N_{kбт}}{t_{бт}}, \text{ г/час}, \qquad (3.9)$$

где $l_{бт}$ — длина участка, занятого блокированными автомобилями, км;

$N_{kбт}$ — количество блокированных автомобилей k-ой расчетной группы, авт.

3.4. Порядок определения удельных выбросов загрязняющих веществ расчетными автомобилями

Значения удельных выбросов загрязняющих веществ расчетными автомобилями, приведенные в табл.3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, отражают распределение автомобилей различных моделей в транспортном потоке, характерное для крупных городов:

РЛА - легковые автомбили с рабочим объемом двигателя менее 1300 см³ - 0.03, от 1300 до 1800 см³ - 0.77, свыше 1800 см³ - 0.20;

РГАБ - грузовые автомобили с бензиновыми двигателями грузоподъемностью от 2.0т - 0.16, от 2.0 до 5.0 - 0.28, от 5.0 до 8.0т - 0.5, от 8.0 до 16 - 0.06;

РГАД - грузовые автомобили с дизельными двигателями грузоподъемностью от 2.0 до 5.0т - 0.03, от 5.0 до 8.0т - 0.07, от 8.0 до 16.0т - 0.62; более 16.0т -0.28;

РАБ - автобус с бензиновым двигателем малого класса - 0.35, среднего - 0.11, большого - 0.54;

РАД - автобус с дизельным двигателем большого класса - 0.16; особо большого - 0.84.

Для городов, где структура парка автомобилей существенно отличается от приведенной выше, удельные выбросы загрязняющих веществ расчетными автомобилями могут быть определены по формуле:

$$m = \sum_{p=1}^{n} m_p d_p \qquad (3.9)$$

где m_p - удельный выброс загрязняющих веществ автомобилем p-й модели, г/км, г/мин, г/ост.;

d_p - доля автомобилей p-й модели.

Значения удельных выбросов m_p приведены в табл. 3.6 - 3.14.

Примечание: При необходимости дифференцированной оценки выбросов NO и NO_2 потоком автомобилей значения удельных выбросов этих веществ (m_p) определяются, исходя из следующих соотношений:

- для автомобилей с бензиновыми двигателями NO - 0,62 m_p; NO_2 - 0,05 m_p;
- для автомобилей с дизельными двигателями NO - 0,59 m_p; NO_2 - 0,1 m_p;

где m_p - значения удельных выбросов NO_x, приведенные в таблицах 3.6-3.14.

Таблица 3.6

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковых автомобилей

Рабочий объем двигателя, $см^3$	Пробеговый выброс, г/км					
	CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
Скорость движения 45 - 60 км/ч						
менее 1300	8,4	1,7	1,3	-	0,044	0,012
1300-1800	9,6	2,2	1,8	-	0,065	0,017
более 1800	10,5	2,4	2,3	-	0,082	0,022
Скорость движения 30 - 45 км/ч						
менее 1300	9,8	2,8	0,5	-	0,048	0,013
1300 - 1800	11,2	3,7	0,8	-	0,072	0,019
более 1800	12,2	4,0	1,0	-	0,090	0,024

Таблица 3.7

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовых автомобилей

Грузоподъемность, т	Тип ДВС	Пробеговый выброс, г/км					
		CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
Скорость движения 45 - 60 км/ч							
0,5-2,0	бензин.	30,5	3,5	2,1	-	0,15	0,019
2,0-5,0	бензин.	52,6	4,8	4,1	-	0,18	0,023
	дизель.	4,0	1,7	6,9	0,2	1,1	-
5,0-8,0	бензин.	82,0	7,5	8,0	-	0,22	0,029
	дизель.	4,2	2,5	9,1	0,3	1,2	-
8,0-16,0	бензин.	100,0	8,2	8,5	-	0,30	0,038
	дизель.	5,1	2,9	10,7	0,4	1,5	-
более 16,0	дизель.	5,8	3,2	13,1	0,4	1,7	-
Скорость движения 30 - 45 км/ч							
0,5-2,0	бензин.	33,6	5,9	0,6	-	0,14	0,017
2,0-5,0	бензин.	58,0	8,1	1,2	-	0,18	0,021
	дизель.	2,6	1,1	2,3	0,2	0,88	-
5,0-8,0	бензин.	90,4	12,6	2,4	-	0,21	0,026
	дизель.	2,8	1,6	3,0	0,3	0,96	-
8,0-16,0	бензин.	110,3	13,8	2,5	-	0,29	0,034
	дизель.	3,4	1,9	3,6	0,4	1,2	-
более 16,0	дизель.	3,8	2,1	4,4	0,4	1,36	-

Таблица 3.8

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусов

Класс автобуса	Тип ДВС	Пробеговый выброс, г/км					
		CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
Скорость движения 45 - 60 км/ч							
малый	бензин.	48,0	4,2	5,0	-	0,21	0,028
средний	бензин.	68,0	7,1	8,2	-	0,29	0,037
	дизель.	5,3	2,5	8,0	0,3	1,1	-
большой	бензин.	124,0	8,4	9,5	-	0,37	0,047
	дизель.	5,6	2,7	9,0	0,3	1,4	-
особо большой	дизель	5,8	2,7	9,4	0,4	1,6	-
Скорость движения 30 - 45 км/ч							
малый	бензин.	52,9	7,1	1,3	-	0,20	0,025
средний	бензин.	74,9	12,0	2,1	-	0,28	0,033
	дизель.	3,4	1,6	2,7	0,3	1,0	-
большой	бензин.	136,6	14,2	2,4	-	0,35	0,042
	дизель.	3,6	1,7	4,0	0,3	1,3	-
особо большой	дизель.	3,8	1,7	4,1	0,4	1,5	-

Таблица 3.9

Выбросы загрязняющих веществ при работе двигателей легковых автомобилей на холостом ходу

Рабочий объем двигателя, $см^3$	Выброс на холостом ходу, г/мин.				
	CO	CH	NO_x	SO_2	Pb
менее 1300	2,4	0,15	0,05	0,006	0,0024
1300-1800	2,8	0,18	0,05	0,010	0,0030
1800-3500	3,3	0,19	0,05	0,010	0,0033

Таблица 3.10

Выбросы загрязняющих веществ при работе двигателей грузовых автомобилей на холостом ходу

Грузоподъемность, т	Тип ДВС	Выброс на холостом ходу, г/мин					
		CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
0,5-2,0	бензин.	4,5	0,4	0,05	-	0,012	0,0024
2,0-5,0	бензин.	8,1	1,6	0,1	-	0,016	0,0032
	дизель.	1,5	0,2	0,45	0,01	0,035	-
5,0-8,0	бензин.	18,1	2,9	0,2	-	0,029	0,0049
	дизель.	2,8	0,3	0,62	0,03	0,060	-
8,0-16,0	бензин.	23,4	3,3	0,2	-	0,035	0,0049
	дизель.	2,9	0,3	1,0	0,04	0,1	-
более 16,0	дизель.	2,9	0,3	1,0	0,04	0,1	-

Таблица 3.11

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусов

Класс автобуса	Тип ДВС	Выбросы на холостом ходу, г/мин					
		CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
малый	бензин.	8,1	0,4	0,11	-	0,016	0,0032
средний	бензин.	18,1	2,9	0,1	-	0,029	0,0049
большой	бензин.	23,4	3,3	0,2	-	0,035	0,0049
	дизель.	4,6	0,5	0,6	0,03	0,1	-
особо большой	дизель	4,6	0,5	0,6	0,03	0,1	-

Таблица 3.12

Дополнительный выброс загрязняющих веществ на остановку легковых автомобилей

Рабочий объем двигателя, $см^3$	Пробеговый выброс, г/км					
	CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
Скорость движения на выходном направлении 45 - 60 км/ч						
менее 1300	3,1	0,6	0,3	-	0,012	0,002
1300-1800	3,4	0,7	0,5	-	0,016	0,003
более 1800	3,8	0,8	0,6	-	0,025	0,004
Скорость движения на выходном направлении 30 - 45 км/ч						
менее 1300	1,0	0,2	0,06	-	0,004	0,001
1300 - 1800	1,2	0,2	0,1	-	0,006	0,001
более 1800	1,3	0,2	0,12	-	0,008	0,001

Таблица 3.13

Дополнительный выброс загрязняющих веществ на остановку грузовых автомобилей

Грузоподъемность, т	Тип ДВС	Дополнительный выброс, г					
		CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
Скорость движения на выходном направлении 45 - 60 км/ч							
0,5-2,0	бензин.	7,9	0,6	1,3	-	0,05	0,009
2,0-5,0	бензин.	14,2	1,0	2,6	-	0,06	0,011
	дизель.	2,3	0,5	2,3	0,2	0,4	-
5,0-8,0	бензин.	22,4	1,6	5,0	-	0,074	0,014
	дизель.	2,5	0,7	3,0	0,2	0,4	-
8,0-16,0	бензин.	26,8	1,8	5,6	-	0,09	0,017
	дизель.	3,3	0,8	3,6	0,3	0,5	-
более 16,0	дизель.	3,5	0,9	4,0	0,3	0,6	-
Скорость движения на выходном направлении 30 - 45 км/ч							
0,5-2,0	бензин.	2,8	0,2	0,2	-	0,014	0,003
2,0-5,0	бензин.	4,8	0,3	0,3	-	0,016	0,004
	дизель.	1,1	0,2	0,5	0,07	0,13	-
5,0-8,0	бензин.	7,8	0,5	0,7	-	0,02	0,005
	дизель.	1,2	0,3	0,6	0,07	0,14	-
8,0-16,0	бензин.	9,0	0,5	0,7	-	0,025	0,007
	дизель.	1,6	0,3	0,8	0,1	0,17	-
более 16,0	дизель.	1,7	0,3	0,9	0,1	0,2	-

Таблица 3.14

Дополнительный выброс загрязняющих веществ на остановку автобусов

Класс автобуса	Тип ДВС	Дополнительный вы брос , г					
		CO	CH	NO_x	C	SO_2	Pb
Скорость движения на выходном направлении 45 - 60 км/ч							
малый	бензин.	11,3	0,9	2,6	-	0,07	0,01
средний	бензин.	16,0	1,5	4,1	-	0,1	0,013
	дизель.	3,1	1,3	3,3	0,3	0,39	-
большой	бензин.	29,1	1,8	4,8	-	0,12	0,017
	дизель.	3,3	1,5	3,7	0,3	0,49	-
особо большой	дизель	3,5	1,6	3,9	0,3	0,56	-
Скорость движения на выходном направлении 30 - 45 км/ч							
малый	бензин.	3,9	0,3	0,5	-	0,02	0,004
средний	бензин.	5,6	0,5	0,8	-	0,03	0,005
	дизель.	1,5	0,4	0,7	0,1	0,18	-
большой	бензин.	10,2	0,6	1,0	-	0,04	0,006
	дизель.	1,6	0,5	0,8	0,1	0,22	-
особо большой	дизель.	1,7	0,5	0,8	0,1	0,26	-

4. УКАЗАНИЯ ПО СБОРУ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

ПЕРЕЧЕНЬ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Перечень исходных данных приводится в последовательности, которая рекомендуется при проведении обследований.

В зависимости от конкретных условий, намеченного объема обследования и численности исполнителей могут быть приняты необходимые изменения.

1. Измерение геометрических параметров улично-дорожной сети в принятом для обследования районе (отдельной магистрали или перекрестка).

На основе измерений оформляется план-схема объекта исследования в масштабе.

Измерению подлежат: ширина проезжей части (с разделением по направлениям движения); длина перегонов (расстояния между центрами перекрестков).

В случае, если в распоряжении исполнителей работы имеются соответствующие чертежи архитектурно-планировочной организации или проект организации дорожного движения, то необходимость значительной части измерений отпадает.

2. Измерение интенсивности и состава транспортного потока на перегонах обследуемой УДС по встречным направлениям, а также средней мгновенной скорости автомобилей по направлениям в потоке.

При измерении интенсивности транспортного потока его состав учитывается по 3-м группам: легковые, грузовые, автобусы.

В тех случаях, когда на магистрали осуществлена специализация полос и составы потоков существенно различаются, наблюдения проводятся самостоятельно по каждой полосе, выделенной дорожной разметкой, и фиксируются самостоятельной строкой в сводной таблице результатов.

Результаты измерений интенсивности оформляются в виде соответствующей таблицы, где указывается также и средняя скорость движения по полосе.

3. Измерение параметров транспортных потоков на регулируемых перекрестках по всем направлениям движения и построение соответствующей картограммы.

Перед измерением определяется продолжительность установленного цикла светофорного регулирования, схемы разъезда по регулируемым направлениям (или схемы пофазного разъезда) и продолжительность каждой фазы. При измерениях учитывается состав потока. В результате этого этапа оформляется картограммы часовой интенсивности движения для каждого обследуемого перекрестка. Допускается также оформление результатов в виде таблицы со сведениями по каждому регулируемому направлению.

4. Дополнительное исследование регулярных заторов: если на каком-либо перекрестке наблюдается образование регулярных заторов, то проводятся дополнительные наблюдения с характеристикой затора.

Под затором понимается ситуация, когда после окончания зеленой фазы наблюдается остаточная очередь, которая постепенно увеличивается. Затор характеризуется максимальной длиной накапливающейся очереди и соответственно средним числом транспортных средств (в приведенных единицах для смешанного потока). Степень затора при этом характеризуется числом зеленых фаз данного направления, которое требуется, чтобы последний в очереди автомобиль проехал через стоп-

линию. По проведенным наблюдениям при нормально работающей системе регулирования наблюдаются заторы до 6-8 степени.

Затор может перерасти в полную блокировку движения, при которой перекрестки загружены неподвижными автомобилями, и за период зеленых сигналов вообще *не проезжают автомобили.*

При блокировке фиксируется общая продолжительность такого состояния транспортного потока.

УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ НАБЛЮДЕНИЙ

Измерение интенсивности и состава транспортного потока на перегонах обследуемой УДС по встречным направлениям.

Под интенсивностью движения понимается количество транспортных средств, проходящих заданное сечение в единицу времени (час). Для последующих расчетов необходима информация об интенсивности транспортного потока в физических единицах.

Данные фиксируются раздельно по направлениям, характерным для данного перегона, и классифицируются по типам автомобилей. Наблюдатель при этом располагается приблизительно в середине перегона по возможности вне зоны образования очередей, обусловленных смежными регулируемыми пересечениями. В зависимости от возможностей исследователей измерение интенсивности движения производится в *пиковый период или для каждого часа 16-ти часового периода активного* движения (с 6 до 22 часов). Если *натурные наблюдения осуществляются только в пиковые часы, то для получения примерного суточного значения интенсивности* следует часовое значение пиковой интенсивности умножить на коэффициент 10.

Серия краткосрочных отсчетов внутри рассматриваемого периода времени может проводиться следующим образом. Интенсивность движения в сечении фиксируется в течение 15 минут каждого часа дня и заносится в протокол специального вида (форма 1). Результаты пятнадцатиминутных отсчетов в каждом сечении умножают на 4 и получают величину часовой интенсивности на рассматриваемом участке.

В протоколе обследования интенсивности движения и состава потока предполагается отдельно фиксировать количество легковых (л), грузовых (г) автомобилей и автобусов (а), проезжающих через исследуемое сечение в заданный период времени.

Указанную информацию можно собирать с использованием простейших средств (секундомера, механических счетчиков единиц, закрепленных на планшете, специальных бланков для учета).

Форма 1

ПРОТОКОЛ
обследования интенсивности движения и
состава транспортного потока на перегоне

КОНТРОЛЬНЫЙ ПОСТ_____
НАПРАВЛЕНИЕ_____
ПОЛОСА N ____ Начало обследования _____
Окончание обследования _____

№ п/п	Время		Количество ТС по типам			Интенсивность движения, авт/час		
	час	мин	л	г	а	л	г	а
	Итого							

Определение средней мгновенной скорости автомобилей в потоке.

Для определения мгновенных скоростей на участке могут быть использованы два основных метода. Один из них заключается в измерении времени, затрачиваемого автомобилем на прохождение заданного короткого отрезка дороги, другой — в определении скорости движущегося автомобиля с помощью соответствующих приборов (скоростемеров).

Для определения мгновенной скорости движения на перегоне, которая будет использоваться в методике расчетов выбросов, могут применяться оба метода. Однако, первый из них предпочтительнее, так как не требует специального оборудования и не влияет на поведение водителей. Поэтому далее детально описан именно первый способ определения мгновенной скорости движения на перегоне.

На практике время проезда автомобилем заданного участка (базы) определяется с помощью секундомера.

Границы базы могут быть размечены на проезжей части или в качестве границ могут использоваться любые доступные ориентиры. Расстояние (база) должно быть зафиксировано (форма 2). Типичное базовое расстояние 30-60 м.

Форма 2

ПРОТОКОЛ

обследования мгновенных скоростей движения

транспортных средств

КОНТРОЛЬНЫЙ ПОСТ_____

НАПРАВЛЕНИЕ_____

ПОЛОСА N ____ Начало обследования _____

Окончание обследования _____

Расстояния: 1). База (между створами)_____

2). Между линией створов и наблюдателем _____

3). Между линией створов и траекторией

движения автомобиля_____

№	Время проезда базового расстояния, сек	Скорость, км/час
1		
2		
50		

Обычно выборка должна содержать скорости не менее 50 (предпочтительно 100 и более) автомобилей.

При низкой интенсивности движения (менее 200 авт/ч) наблюдатель может измерять скорости практически всех автомобилей. При более высоких интенсивностях транспортного потока уже нельзя измерить скорость каждого автомобиля, и поэтому это надо делать выборочно.

Чтобы избежать смещения результатов измерений, выбор автомобилей из транспортного потока для измерения их скоростей должен проводиться случайным образом с учетом следующих положений:

1. если автомобили движутся группами, измерения необходимо проводить, варьируя положение транспортного средства (ТС) в группе (головной, средний, замыкающий);
2. необходимо соблюдать в выборке приблизительно такую же пропорцию наблюдаемых грузовых автомобилей, какая фактически существует в наблюдаемом потоке;
3. отдельные свободно движущиеся автомобили не должны составлять значительной доли в выборке.

По зафиксированным временам проезда проводится статистическая обработка данных измерения мгновенных скоростей и строится кумулятивная кривая скоростей.

При этом следует скорректировать ошибку, возникающую из-за параллакса. Процесс возникновения ошибки иллюстрируется на рис.3 и обусловливается расположением и особенностями зрения наблюдателя. Ошибка заключается в завышении скорости автомобиля, т.к. базовое расстояние (L_b) превышает то расстояние, время прохождения которого фиксирует наблюдатель, на ΔL_b. Таким образом, реальное расстояние которое проходит автомобиль, составляет

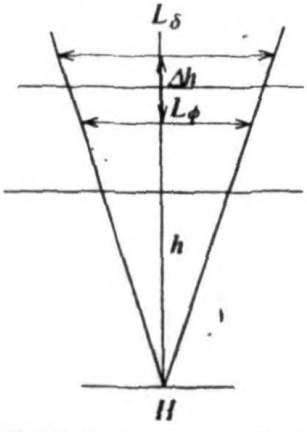


Рис.3 Схема обследования мгновенных скоростей движения транспортных средств на перегоне.

$$L_ф = L_b - \Delta L_b: \; L_b \frac{l\text{-}h}{h_1},$$

где h, h_1 — расстояния от линии, соединяющей границы базы до соответственно наблюдателя и траектории движения автомобиля.

Исходя из сказанного, мгновенные скорости определяются по формуле:

$$V_{мгн} = \frac{L_ф}{t_i} \cdot 3600 \; (км/ч),$$

где t_i - время проезда i -го автомобиля из выборки заданного расстояния.

После этого выбираются минимальная и максимальная мгновенные скорости на данном участке. Значения минимальной и максимальной скоростей определяют диапазон изменения скоростей, для которых будет строиться кумулятивная кривая. Этот диапазон разбивается на интервалы скоростей по 5 км/ч, которые откладываются по оси X при построении кумулятивной кривой. Для каждого такого интервала определяется частота - то есть число попаданий в него рассчитанных мгновенных скоростей из выборки. На основе частоты наблюдений рассчитывается кумулятивная частота для каждого интервала как сумма текущей частоты и предыдущих значений. Кумулятивный процент может быть получен делением каждой кумулятивной частоты на общее число наблюдений и умножением результата на 100. Именно значения кумулятивного процента откладываются по оси Y при построении кумулятивной кривой. (см. рис. 4).

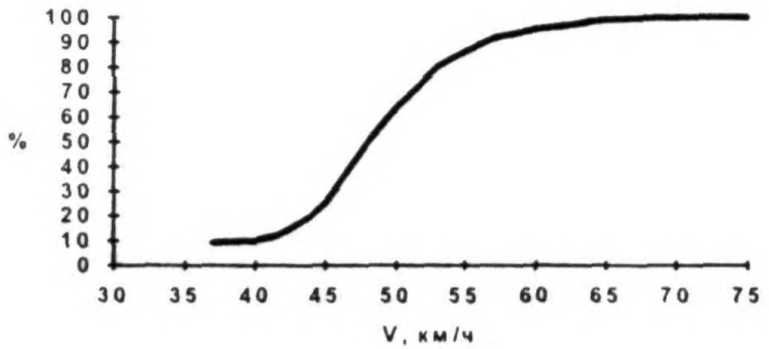


Рис. 4. Кумулятивная кривая

В результате построения кумулятивной кривой распределения скоростей необходимо получить скорость не менее 85% обеспечения. Эта скорость принимается как скорость движения в данном сечении, и используется как входной параметр для выбора соответствующего варианта расчета по методике. При выборе варианта в соответствии с методикой расчета используются только два диапазона скоростей движения на перегоне: 30-45 км/ч и 45-60 км/ч. В случае, если скорость 85% - обеспеченности превышает 60 км/ч, для расчета следует выбрать вариант, предполагающий интервал скоростей 45-60 км/ч.

Измерение параметров транспортного потока на перекрестках

При сборе исходных данных наблюдатели располагаются непосредственно у стоп-линии на каждом подходе к перекрестку. Количество наблюдателей зависит от загрузки перекрестка. Если интенсивность на подходе невелика (N<300 авт/ч), то один наблюдатель может контролировать несколько смежных подходов. Если интенсивность превышает 300 авт/ч, то на один подход следует выделить двоих наблюдателей.

Наблюдатели регистрируют количество остановленных автомобилей соответствующей расчетной группы для каждого регулируемого направления движения с

данного подхода. В зависимости от возможностей наблюдателей определение количества остановленных автомобилей производится в пиковый период или для каждого часа 16-ти часового периода активного движения (с 6 до 22 часов). Если натурные наблюдения осуществляются только в пиковые часы, то для получения суточного значения количества остановленных автомобилей следует часовое значение пикового значения количества остановленных автомобилей умножить на коэффициент 10.

Серия краткосрочных отсчетов внутри рассматриваемого периода времени может проводиться следующим образом. Количество остановленных автомобилей на перекрестке фиксируется в течение 15 минут каждого часа дня и заносится в протокол специального вида (форма 3).

Результаты пятнадцатиминутных отсчетов в каждом сечении умножают на 4 и получают количество остановленных автомобилей на рассматриваемом перекрестке. Для регистрации используются секундомеры, механические счетчики и протоколы специального вида (Форма 3).

Форма 3

ПРОТОКОЛ
обследования интенсивности движения и состава
транспортного потока на перекрестке

НАЗВАНИЕ ПЕРЕКРЕСТКА _____
НАИМЕНОВАНИЕ ПОДХОДА _____
Начало обследования _____
Окончание обследования _____

Время		Количество остановленных ТС по типам и направлениям движения								
час	мин	РН1			РН2			РН3		
		л	г	а	л	г	а	л	г	а
Всего, авт/час										

Определение времени работы двигателя на холостом ходу

Заторовые явления возникают прежде всего на перекрестках, когда пропускная способность по одному или нескольким регулируемым направлениям ниже, чем интенсивность прибывающих потоков. Затором 1-й степени считают такое состояние движения, когда автомобиль при подходе к перекрестку вынужден остановиться и может продолжить движение только при зеленом сигнале следующего цикла. По аналогии характеризуют заторы 2-й, 3-й, 4-й, 5-й и т.д. степени. Такой затор можно назвать пульсирующим.

Для выхода на соответствующий расчетный вариант следует оценить условия проезда перекрестка для данного регулируемого направления. Под регулируемым направлением (РН) понимается одно или несколько геометрических направлений движения транспортных средств на данном подходе, управляемых одним сигналом светофора и имеющих общие полосы движения.

Признаком того, что интенсивность прибывающего потока на данном РН превышает пропускную способность данного направления, является образование очередей ТС, не успевающих разъехаться в течение зеленого сигнала.

В случае, если интенсивность движения на данном РН превышает пропускную способность, время работы двигателя на холостом ходу и количество промежуточ-

ных остановок при разъезде очереди следует определять по данным натурных наблюдений. При проведении наблюдений используется метод контрольного автомобиля в потоке. Метод предполагает следующее:

1. Наблюдатель выбирает некоторый автомобиль в потоке в качестве контрольного. В тот момент, когда этот автомобиль останавливается в конце очереди ТС, наблюдатель включает секундомер и одновременно фиксирует факт остановки в специальном бланке (форма 4).
2. После того, как автомобиль в процессе разъезда очереди после включения разрешающего сигнала приходит в движение, наблюдатель выключает секундомер, не сбрасывая результатов, и продолжает наблюдение за контрольным автомобилем.
3. Если автомобиль в течение зеленого сигнала не успевает проехать стоп-линию, наблюдатель в момент его остановки вновь включает секундомер и фиксирует факт остановки условным символом.
4. Далее выполняются п.3-4 до того момента, пока контрольный автомобиль не пересечет стоп-линию.

После этого наблюдатель заносит время, обозначенное на секундомере, в соответствующую графу формы 4 и переходит к следующему замеру, то есть вновь выполняет п.п.1-5.

Форма 4

ПРОТОКОЛ
обследования количества промежуточных остановок
и времени неподвижного состояния автомобилей при
разъезде очереди на регулируемом направлении

НАЗВАНИЕ ПЕРЕКРЕСТКА_____
НАИМЕНОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО НАПРАВЛЕНИЯ_____
Начало обследования _____
Окончание обследования_____

№ замера	Общее количество остановок	Время работы двигателя на холостом ходу, мин.	Длина очереди, м
1 2 ...			
Сумма			
Среднее			

Основные рекомендации по количеству замеров и выбору контрольных автомобилей в потоке изложены в разделе, посвященном определению мгновенных скоростей транспортных средств на перегоне.

При соответствии пропускной способности интенсивности движения на данном РН время работы двигателя на холостом ходу определяется, исходя из длительности красного сигнала $t_{кр}$ ($t_{хх}=0,5 \cdot t_{кр}$).

Для оценки средней длины очереди автомобилей по регулируемым направлениям при проведении наблюдений по определению времени работы двигателей автомобилей на холостом ходу и количества промежуточных остановок фиксируется длина очереди остановленных автомобилей с использованием любых доступных ориентиров. Результаты замеров вносятся в протокол (форма 4).

Порядок обследования нерегулируемых перекрестков и кольцевых развязок анологичен.

5. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РАСЧЕТОВ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТОМ НА ГОРОДСКИХ АВТОМАГИСТРАЛЯХ

Величина выбросов в атмосферу загрязняющих веществ **Mi** является косвенно измеряемой величиной, определяемой с помощью ряда величин, измеряемых прямыми методами:

- пробегового выброса загрязняющего вещества автомобилем расчетной группы m_{li};
- длины перегона входного или выходного направления l_a;
- интенсивности движения автомобилей расчетной группы N_{ka};
- дополнительного выброса загрязняющего вещества на остановку автомобилем расчетной группы m'_{sik};
- выброса загрязняющего вещества при работе двигателя автомобилем расчетной группы на холостом ходу m_{xxik};
- времени работы двигателя на холостом ходу t_{xx};
- количества остановленных автомобилей расчетной группы N_{ok};
- дополнительного выброса загрязняющего вещества на остановку автомобилем расчетной группы при промежуточных остановках m''_{sik};
- количества промежуточных остановок при разъезде очереди S.

Учитывая, что эти величины некоррелированы, случайная погрешность расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом определяется следующей формулой (согласно основополагающим понятиям метрологии, изложенным в книге: Б.Г.Артемьев, С.М. Голубев, "Справочное пособие для работников метрологических служб":

$$\Delta M = \sqrt{\sum_i (\Delta A_i)^2} \qquad (5.1),$$

где ΔA_i - частные погрешности величин, измеряемых прямыми методами.

Из всех перечисленных выше величин, частные погрешности m_{li} для CO, CH и NO_x тоже определялись по методу квадратичного сложения значений всех частных погрешностей величин, от которых m_{li} зависит. Остальные частные погрешности были определены экспертным путем на основе анализа и опыта измерения этих величин.

Определение частных погрешностей m_{li} для CO, CH и NO_x

Случайная погрешность пробегового выброса загрязняющих веществ при движении по перегону рассчитывалась на основе анализа экспериментально полученного ряда значений этого выброса для каждой модели (р) данной расчетной группы (к) и определяется следующей формулой:

$$\Delta m = \sqrt{\sum_{k=1}^{5} (\Delta m_k / m_k)^2} \qquad (5.2),$$

где $k = 1,...,5$ — количество расчетных групп автомобилей;

m_k - величина пробегового выброса загрязняющих веществ автомобилем данной расчетной группы (табл. 3.1);

Δm_k - случайная погрешность пробегового выброса m_k

$$\Delta m_k = \sum_{p=1} \Delta m_{pk} d_{pk} + \Delta d \cdot m_k \qquad (5.3),$$

где Δm_{pk} - среднее квадратическое отклонение результата измерения выброса автомобилем **p**-ой модели в **k**-ой расчетной группе;

d_{pk} - доля автомобилей данной модели в транспортном потоке;

Δd - погрешность определения состава транспортного потока (определяется экспертным путем) .

На основе приведенных выше формул были получены следующие значения случайных погрешностей пробегового выброса загрязняющих веществ при движении по перегону:

для **CO** (для всех расчетных групп автомобилей): $\Delta m_1 = 66\%$,
в том числе:
- для легковых автомобилей = 44%;
- для грузовых автомобилей с бензиновым двигателем = 21%;
- для грузовых автомобилей с дизельным двигателем = 16%;
- для автобусов с бензиновыми двигателями = 31%;
- для автобусов с дизельными двигателями = 30%;

для NO_x (для всех расчетных групп автомобилей): $\Delta m_1 = 40\%$,
в том числе:
- для легковых автомобилей = 22%;
- для грузовых автомобилей с бензиновым двигателем = 11%;
- для грузовых автомобилей с дизельным двигателем = 7%;
- для автобусов с бензиновыми двигателями = 18%;
- для автобусов с дизельными двигателями = 24%;

для **CH** (для всех расчетных групп автомобилей): $\Delta m_1 = 110\%$,
в том числе:
- для легковых автомобилей = 27%;
- для грузовых автомобилей с бензиновым двигателем = 8%;
- для грузовых автомобилей с дизельным двигателем = 43%;
- для автобусов с бензиновыми двигателями = 96%;
- для автобусов с дизельными двигателями = 14%;

Частные погрешности величин, полученных экспертным путем:

Значения случайных погрешностей m_k:

для **Pb** (для всех расчетных групп автомобилей): $\Delta m_1 = 83\%$,

в том числе:
для легковых автомобилей - 59% ;
для грузовых автомобилей (на бензине) - 41% ;
для автобусов (на бензине) - 41% .

для SO_2 (для всех расчетных групп автомобилей): $\Delta m_1 = 135\%$,
в том числе:
для легковых автомобилей (на бензине) - 35% ;
для грузовых автомобилей (на бензине) - 38% ;
для грузовых автомобилей (на дизельном топливе) - 84% ;
для автобусов (на бензине) - 38% ;
для автобусов (на дизельном топливе) - 84%).

для C (для всех расчетных групп автомобилей): $\Delta m_1 = 40\%$,

Значения случайных погрешностей для остальных величин, измеренных прямыми методами, тоже были получены экспертным путем:

Δm_2 (для l_n) = 2% ;
Δm_3 (для N_{kn}) = 5% ;
Δm_4 (для m'_{sik}) = 50% ;
Δm_5 (для m'_{xxik}) = 30% (для NO_x)
= 20% (для CO)
= 10% (для CH)
= 40% (для C)
= 50% (для Pb, SO_2)
Δm_6 (для t_{xx}) = 15% ;
Δm_7 (для N_{ok}) = 5% (для легковых автомобилей)
= 15% (для грузовых автомобилей)
= 5% (для автобусов)
Δm_8 (для m''_{sik}) = 70% .

Суммарная погрешность расчета выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях.

На основе приведенных выше данных и расчетной формул были получены следующие значения суммарных погрешностей расчета выброса в атмосферу загрязняющих веществ:

для CO (суммарная погрешность) $\Delta M = 112\%$,

в том числе:

легковые автомобили = 100% .

грузовые автомобили на бензине = 93%

грузовые автомобили на дизельном топливе = 92%

автобусы на бензине = 95%

автобусы на дизельном топливе = 95%

для NO_x (суммарная погрешность): ΔM = 102%,

в том числе:

легковые автомобили = 95%

грузовые автомобили на бензине = 94%

грузовые автомобили на дизельном топливе = 94%

автобусы на бензине = 94%

автобусы на дизельном топливе = 96%

для CH (суммарная погрешность): ΔM = 142%.

в том числе:

легковые автомобили = 92%

грузовые автомобили на бензине = 90%

грузовые автомобили на дизельном топливе = 99%

автобусы на бензине = 130%

автобусы на дизельном топливе = 89%

для C (суммарная погрешность): ΔM = 105%.

для Pb (суммарная погрешность): ΔM = 132%.

в том числе:

легковые автомобили = 117%

грузовые автомобили на бензине = 110%

автобусы на бензине = 109%

для SO_2 (суммарная погрешность): ΔM = 169%.

в том числе:

легковые автомобили = 107%

грузовые автомобили на бензине = 109%

грузовые автомобили на дизельном топливе = 132%

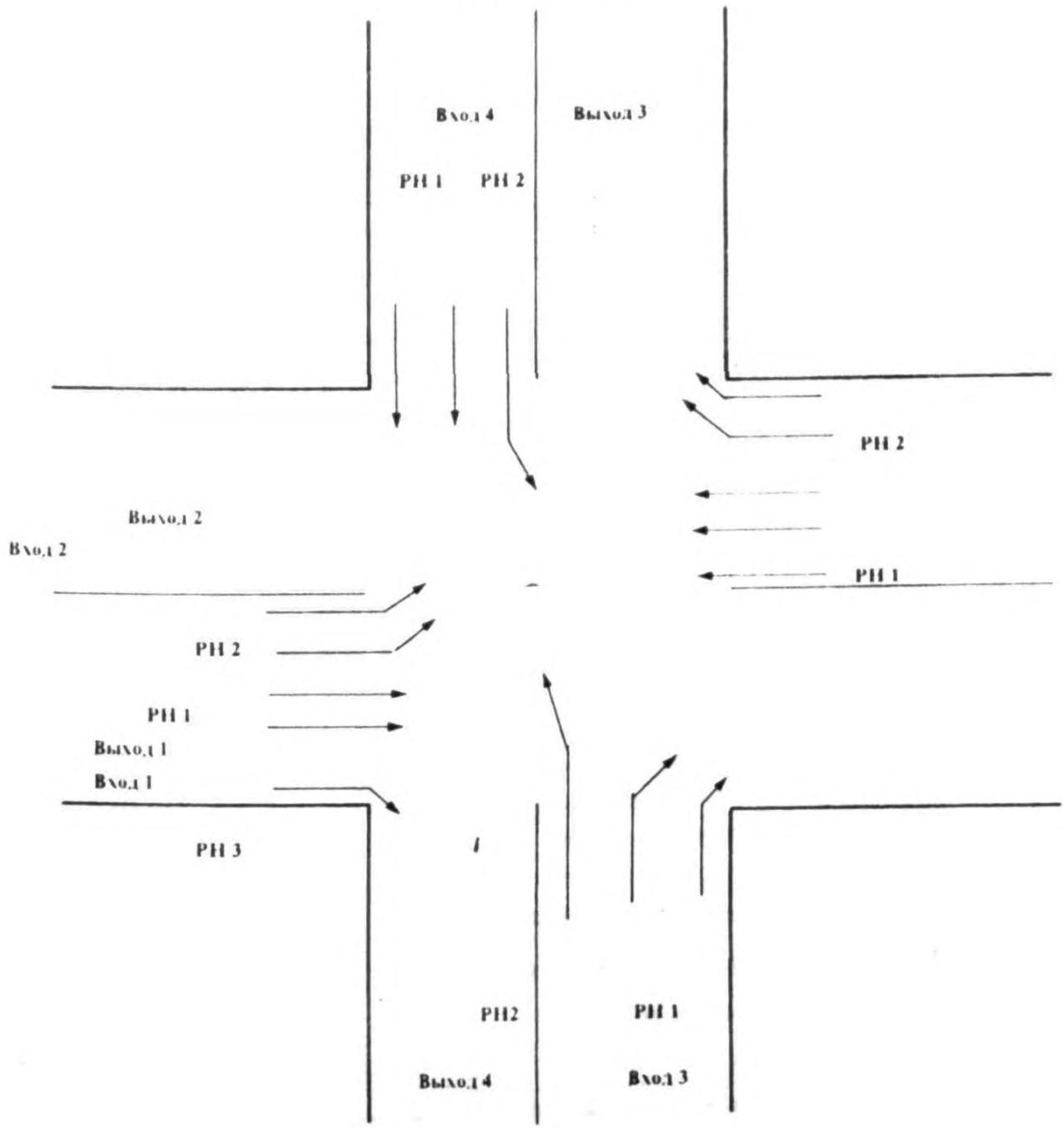
автобусы на бензине = 108%

автобусы на дизельном топливе = 131%

Суммарные погрешности выбросов загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Интервал погрешностей
CO	± 112%
NO_x	± 102%
CH	± 142%
C	± 105%
Pb	± 132%
SO_2	± 169%

6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТОМ НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА Mi

Входное направление 1:

l = 0,5 км; V = 35 км/ч;

Nл* = 500 авт/ч;

Nг* = 100 авт/ч;

Na* = 20 авт/ч;

Выходное направление 1:

l = 0,4 км; V = 48 км/ч;

Nл = 600 авт/ч;

Nг = 100 авт/ч;

Na = 50 авт/ч;

Входное направление 2:

l = 0,4 км; V = 55 км/ч;

Nл = 700 авт/ч;

Nг = 50 авт/ч;

Na = 50 авт/ч;

Выходное направление 2:

l = 0,5 км; V = 40 км/ч;

Nл = 500 авт/ч;

Nг = 100 авт/ч;

Na = 20 авт/ч;

Входное направление 3:

l = 0,4 км; V = 35 км/ч;

Nл = 200 авт/ч;

Nг = 100 авт/ч;

Na = 10 авт/ч;

Выходное направление 3:

l = 0,3 км; V = 40 км/ч;

Nл = 300 авт/ч;

Nг = 0 авт/ч;

Na = 30 авт/ч;

Входное направление 4:

l = 0,3 км; V = 50 км/ч;

Nл = 200 авт/ч;

Nг = 100 авт/ч;

Na = 20 авт/ч;

Выходное направление 4:

l = 0,4 км; V = 50 км/ч;

Nл = 100 авт/ч;

Nг = 150 авт/ч;

Na = 0 авт/ч;

* Nл - интенсивность движения легковых автомобилей;

Nг - интенсивность движения грузовых автомобилей;

Na - интенсивность движения автобусов

$РЛА = N_л$;

$РГАБ = 0{,}01 \cdot d_Б \cdot N_г$;

$РГАД = 0{,}01 \cdot (1 - d_Б) \cdot N_г$;

$РАБ = 0{,}01 \cdot d'_Б \cdot N_a$;

$РАД = 0{,}01 \cdot (1 - d'_Б) \cdot N_a$;

где $d_Б$, $d'_Б$ - доля грузовых автомобилей и автобусов с бензиновыми ДВС в транспортном потоке, %.

РАСЧЕТ M_{ij}

Входное направление 1

Поскольку скорость движения на перегоне V = 35 км/ч, расчет выполняется по формуле 3.4. Доля РГАБ составляет 75%, РГАД -25%, РАБ - 37%, РАД - 63%.

*CO

РЛА: M_i=11,4·0,5·500=2850,0 г/ч;

РГАБ: M_i=75,2·0,5·0,75·100=2820,0 г/ч;

РГАД: M_i=3,0·0,5·0,25·100=37,5 г/ч;

РАБ: M_i=102,3·0,5·0,37·20=378,5 г/ч;

РАД: M_i=3,7·0,5·0,63·20=23,3 г/ч;

Суммарный выброс CO

M_{iCO} = 6109,3 г/ч.

*CH

РЛА: M_i=3,7·0,5·500=925 г/ч;

РГАБ: M_i=10,8·0,5·0,75·100=405,0 г/ч;

РГАД: M_i=1,9·0,5·0,25·100=23,75 г/ч;

РАБ: M_i=11,8·0,5·0,37·20=43,7 г/ч;

РАД: M_i=1,7·0,5·0,63·20=10,7 г/ч;

Суммарный выброс CH

M_{iCH} = 1408,15 г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=0,8·0,5·500=200,0 г/ч;

РГАБ: M_i=1,8·0,5·0,75·100=67,5 г/ч;

РГАД: M_i=3,4·0,5·0,25·100=42,5 г/ч;

РАБ: M_i=2,0·0,5·0,37·20=7,4 г/ч;

РАД: M_i=4,2·0,5·0,63·20=26,46 г/ч;

Суммарный выброс NO_x

M_{iNOx} = 343,9 г/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0,38·0,5·0,25·100=4,75 г/ч;

РАБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,5·0,63·20=2,39 г/ч;

Суммарный выброс C

M_{iC} = 7,14 г/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,5·500=5,0 г/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,5·0,75·100=1,125 г/ч.

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=0,04·0,5·0,37·20=0,148г/ч;

РАД: M_i= 0;

Суммарный выброс Pb

M_{iPb}= 6,273 г/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,08·0,5·500=20,0 г/ч;

РГАБ: M_i=0,2·0,5·0,75·100=7,5 г/ч;

РГАД: M_i=1,18·0,5·0,25·100=14,75 г/ч;

РАБ: M_i=0,29·0,5·0,37·20=1,07 г/ч;

РАД: M_i=1,48·0,5·0,63·20=9,324 г/ч;

Суммарный выброс SO_2

M_{iSO2} = 52,647 г/ч.

Выходное направление 1

Поскольку скорость движения на перегоне V = 48 км/ч, расчет выполняется по формуле 3,1.

*CO

РЛА: M_i=9,8·0,4·600=2352,0 г/ч;

РГАБ: M_i=68,4·0,4·0,75·100=2052,0 г/ч;

РГАД: M_i=4,6·0,4·0,25·100=46,0 г/ч;

РАБ: M_i=93·0,4·0,37·50=688,2 г/ч;

РАД: M_i=5,8·0,4·0,63·50=73,08 г/ч;

Суммарный выброс CO

M_{CO} = 5211,2 г/ч.

*CH

РЛА: M_i=2,2·0,4·600=528,0 г/ч;

РГАБ: M_i=6,4·0,4·0,75·100=192,0 г/ч;

РГАД: M_i=2,9·0,4·0,25·100=29,0

РАБ: M_i=7,0·0,4·0,37·50=51,8 г/ч;

РАД: M_i=2,7·0,4·0,63·50=34,02 г/ч;

Суммарный выброс CH

M_{CH} =834,82 г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=1,9·0,4·600=456,0 г/ч;

РГАБ: M_i=6,1·0,4·0,75·100=183 г/ч;

РГАД: M_i=10,2·0,4·0,25·100=102,0 г/ч;

РАБ: M_i=7,9·0,4· 0,37·50=58,46 г/ч;

РАД: M_i=9,1·0,4·0,63·50=114,66 г/ч;

Суммарный выброс NO_x

M_{NOx} = 914,12 г/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0,38·0,4·0,25·100=3,8 г/ч;

РАБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,4·0,63·50=4,79 г/ч;

Суммарный выброс C

M_C =8,59 г/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,4·600=4,8 г/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,5·0,75·100=1,125 г/ч;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=0,04·0,5·0,37·20=0,148 г/ч;

РАД: M_i= 0;

Суммарный выброс Pb

M_{Pb}=6,073 г/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,07·0,4·600=16,8 г/ч;

РГАБ: M_i=0,21·0,5·0,75·100=7,875 г/ч;

РГАД: M_i=1,47·0,5·0,25·100=18,375 г/ч;

РАБ: M_i=0,30·0,5·0,37·20=1,11 г/ч;

РАД: M_i=1,7·0,5·0,63·20=10,71 г/ч;

Суммарный выброс SO_2

M_{SO2} =54,87 г/ч.

Входное направление 2

Поскольку скорость на перегоне V=55км/ч, расчет выполняется по формуле 3,1.

*CO

РЛА: M_i=9,8·0,4·600=2352,0 г/ч;

РГАБ: M_i=68,4·0,4·0,75·50=1026,0 г/ч;

РГАД: M_i=4,6·0,4·0,25·50=23,0 г/ч;

РАБ: M_i=93·0,4·0,37·50 =688,2г/ч;

РАД: M_i=5,8·0,4·0,63·50=73,08 г/ч;

Суммарный выброс CO

M_{CO} = 4162,28 г/ч.

*CH

РЛА: M_i=2,2·0,4·600=528,0 г/ч;

РГАБ: M_i=6,4·0,4·0,75·50=96,0 г/ч;

РГАД: M_i=2,9·0,4·0,25·50=14,5 г/ч;

РАБ: M_i=7,0·0,4·0,37·50=51,8 г/ч;

РАД: M_i= 2,7·0,4·0,63·50=34,02 г/ч;

Суммарный выброс CH

M_{CH} = 724,32 г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=1,9·0,4·600=456,0 г/ч;

РГАБ: M_i=6,1·0,4·0,75·50=91,5 г/ч;

РГАД: M_i=10,2·0,4·0,25·50=51г/ч;

РАБ: M_i=7,9·0,4·0,37·50=58,46 г/ч;

РАД: M_i=9,1·0,4·0,63·50=114,66 г/ч;

Суммарный выброс NO_x

M_{NOx}=771,62 г/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i= 0,38·0,4·0,25·50=1,9 г/ч.

РАБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,4·0,63·50=4,788 г/ч;

Суммарный выброс С

M_{k^-}=6,688 г/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,4·600=4,8 г/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,4·0,75·50=0,45 г/ч;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=0,04·0,4·0,37·50=0,296г/ч;

РАД: M_i=0;

Суммарный выброс Pb

M_{Pb}=5,546 г/ч.

*SO_2

РЛА: M_i=0,07·0,4·600=16,8 г/ч;

РГАБ: M_i=0,21·0,4·0,75·50=3,15 г/ч;

РГАД: M_i=1,49·0,4·0,25·50=7,45 г/ч;

РАБ: M_i=0,30·0,4·0,37·50=2,22 г/ч;

РАД: M_i= 1,7·0,4·0,63·50=21,42г/ч;

Суммарный выброс SO_2

M_{SO2}=50,94 г/ч.

Выходное направление 2

Поскольку скорость движения на перегоне V=40км/ч, расчет выполняется по формуле 3.4.

*CO

РЛА: M_i=11,4·0,5·50=285,0 г/ч;

РГАБ: M_i=75,2·0,5·0,75·100=2820,0 г/ч;

РГАД: M_i=3,0·0,5·0,25·100=37,5 г/ч;

РАБ: M_i=102,3·0,5·0,37·20=378,51 г/ч;

РАД: M_i=3,7·0,5·0,63·20=23,31г/ч;

Суммарный выброс CO

$M_{k\ CO}$=3544,32 г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=10,8·0,5·500=200,0 г/ч;

РГАБ: M_i=1,8·0,5·0,75·100=67,5г/ч;

РГАД: M_i=3,4·0,5·0,25·100=42,5г/ч;

РАБ: M_i=2,0·0,5·0,37·20=7,4г/ч;

РАД: M_i=4,2·1,0·0,5·0,63·20=26,46г/ч;

Суммарный выброс NO_x

M_{NOx}=343,86г/ч.

*CH

РЛА: M_i=3,7·0,5·500=925,0 г/ч;

РГАБ: M_i=10,8·0,5·0,75·100= 405 г/ч,

РГАД: M_i=1,9·0,5·0,25·100=23,75 г/ч;

РАБ: M_i=11,8·0,5·0,37·20=43,66 г/ч;

РАД: M_i=1,7·0,5·0,63·20=10,71 г/ч;

Суммарный выброс CH

M_{kCH}=1408,12 г/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0,38·0,5·0,25·100=4,75г/ч;

РАБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,5·0,63·20=2,394 г/ч;

Суммарный выброс С

M_{k^-}=7,144 г/ч

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,5·500=5,0г/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,5·0,75·100=1,125г/ч;

РГАД: M_i=0;

Р АБ: M_i=0,04·0,5·0,75·20=0,148г/ч;

РАД: M_i=0;

Суммарный выброс Pb

M_{Pb}=6,273г/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,08·0,5·500=20,0г/ч;

РГАБ: M_i=0,2·0,5·0,75·100=7,5г/ч;

РГАД: M_i=1,18·0,5·0,25·100=14,75г/ч;

Р АБ: M_i=0,29·0,5·0,37·20,0=1,073г/ч;

РАД: M_i=1,6·0,5·0,63·20,0=10,08г/ч;

Суммарный выброс SO_2

M_{SO_2} =53,403г/ч.

Входное направление 3

Поскольку скорость на перегоне V=35км/ч, расчет выполняется по формуле 3.4.

*CO

РЛА: M_i=11,4·0,4·200=912,0 г/ч;

РГАБ: M_i=75,2·0,4·0,75·100=2256,0г/ч;

РГАД: M_i=3,0·0,4·0,25·100=30,0г/ч;

РАБ: M_i=102,3·0,4· 0,37·10= 151,4г/ч;

РАД: M_i=3,7·0,4·0,63·10=9,324г/ч;

Суммарный выброс CO

M_{CO} =3673,4г/ч.

*CH

РЛА: M_i=3,7·0,4·200=296,0г/ч;

РГАБ: M_i=10,8·0,4·0,75·100=324,0г/ч;

РГАД: M_i=1,9·0,4·0,25·100=19,0г/ч;

РАБ: M_i=11,8·0,4·0,37·10=17,464г/ч;

РАД: M_i=1,7·0,4·0,63·10=4,284г/ч;

Суммарный выброс CH

M_{CH} =660,748г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=0,8·0,4·200=64,0г/ч;

РГАБ: M_i=1,8·0,4·0,75·100=54,0г/ч;

РГАД: M_i=3,4·0,4·0,25·100=34,0г/ч;

Р АБ: M_i=2,0·0,4·0,37·10=2,96г/ч;

РАД: M_i=4,2·0,4·0,63·10=10,584г/ч;

Суммарный выброс NO_x

M_{NOx} =165,544г/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0,38·0,4·0,25·100=3,8г/ч;

Р АБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,4·0,63·10=0,957г/ч;

Суммарный выброс C

M_C =4,757г/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,4·200=1,6г/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,4·0,75·100=0,9г/ч;

РГАД: M_i=0;

Р АБ: M_i=0,04·0,4·0,37·10=0,06г/ч;

РАД: M_i=0;

Суммарный выброс Pb

M_{Pb}=2,56г/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,08·0,4·200=6,4г/ч;

РГАБ: M_i=0,2·0,4·0,75·100=6г/ч;

РГАД: M_i=1,18·0,4·0,25·100=11,8г/ч;

Р АБ: M_i=0,29·0,4·0,37·10=0,43г/ч;

РАД: M_i=1,6·0,4·0,63·10=4,032г/ч;

Суммарный выброс SO_2

M_{SO_2} =28,662г/ч.

Выходное направление 3

Поскольку скорость на перегоне V=40км/ч, расчет выполняется по формуле 3.4.

*CO

РЛА: M_i=11,4·0,3·300=1026,0г/ч;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=102,3·0,3·0,37·30=1340,659г/ч;

РАД: M_i=3,7·0,3·0,63·30=20,98г/ч;

Суммарный выброс CO

$M_{КСО}$=1387,639г/ч.

*CH

РЛА: M_i=3,7·0,3·300=333,0г/ч;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=11,8·0,3·0,37·30=39,294г/ч;

РАД: M_i=1,7·0,3·0,63·30=9,639г/ч;

Суммарный выброс CH

$M_{КСН}$=381,933г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=0,8·0,3·300=72,0г/ч;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=2,0·0,3·0,37·30=6,66г/ч;

РАД: M_i=4,2·0,3·0,63·30=23,814г/ч;

Суммарный выброс NO_x

$M_{КNOx}$=102,474г/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,3·0,63·30=2,154бг/ч;

Суммарный выброс C

$M_{КС}$=2,154бг/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,3·300=1,8г/ч;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=0,04·0,3·0,63·30=0,2268г/ч;

РАД: M_i=0;

Суммарный выброс Pb

$M_{КPb}$=2,0268г/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,08·0,3·300=7,2г/ч;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i=0,29·0,3·0,37·30=0,9657г/ч;

РАД: M_i=1,6·0,3·0,63·30=9,072г/ч;

Суммарный выброс SO_2

$M_{КSO2}$=17,2377г/ч

Входное направление 4

Поскольку скорость на перегоне V=50км/ч, расчет выполняется по формуле 3.1

*CO

РЛА: M_i=9,8·0,3·200=588,0г/ч;

РГАБ: M_i=68,4·0,3·0,75·100=1539,0г/ч;

РГАД: M_i=4,6·0,3·0,25·100= 3,45г/ч;

РАБ: M_i=9,3·0,3·0,37·20=206,46г/ч;

РАД: M_i=5,8·0,3·0,63·20=21,924г/ч;

Суммарный выброс CO

$M_{КСО}$=2389,884г/ч.

*CH

РЛА: M_i=2,2·0,3·200=132,0г/ч;

РГАБ: M_i=6,4·0,3·0,75·100=144,0г/ч;

РГАД: M_i=2,9·0,3·0,25·100=21,75г/ч;

РАБ: M_i=7,0·0,3·0,37·20=15,54г/ч;

РАД: M_i=2,7·0,3·0,63·20=10,206г/ч;

Суммарный выброс CH

$M_{КСН}$=323,496г/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=1,9·0,3·200=114,0т/ч;

РГАБ: M_i=6,1·0,3·0,75·100=137,25т/ч;

РГАД: M_i=10,2·0,3·0,25·100=76,5т/ч;

Р АБ: M_i=7,9·0,3·0,37·20=17,538т/ч;

РАД: M_i=9,1·0,3·0,63·20=34,398т/ч;

Суммарный выброс NO_x

M_{iNOx} =379,686т/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0,38·0,3·0,25·100=2,85т/ч;

Р АБ: M_i=0;

РАД: M_i=0,38·0,3·0,63·20=1,4364т/ч;

Суммарный выброс С

M_i =4,2864т/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,3·200=1,2т/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,3·0,75·100= 0,675 т/ч;

РГАД: M_i=0;

Р АБ: M_i=0,04·0,3·0,37·20=0,0888т/ч;

РАД: M_i = 0;

Суммарный выброс Pb

M_{iPb}=1,9638т/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,07·0,3·200=4,2т/ч;

РГАБ: M_i=0,21·0,3·0,75·100=4,725 т/ч;

РГАД: M_i=1,47·0,3·0,25·100=11,025 т/ч;

Р АБ: M_i=0,30·0,3·0,37·20=0,666т/ч;

РАД: M_i=1,7·0,3·0,63·20=6,426т/ч;

Суммарный выброс SO_2

M_{iSO_2} =27,042т/ч.

Выходное направление 4

Поскольку скорость на перегоне V=50км/ч, расчет выполняется по формуле 3.1

*CO

РЛА: M_i=9,8·0,4·100=392,0 т/ч;

РГАБ: M_i=68,4·0,4·0,75·150=3078,0 т/ч;

РГАД: M_i=4,6·0,4·0,25·150=69,0 т/ч;

РАБ: M_i= 0;

РАД: M_i= 0;

Суммарный выброс CO

M_{iCO}=3539,0т/ч.

*CH

РЛА: M_i=2,2·0,4·100=88,0т/ч;

РГАБ: M_i=6,4·0,4·0,75·150=288,0 т/ч;

РГАД: M_i= 2,9·0,4·0,25·150=43,5т/ч;

РАБ: M_i=0;

РАД: M_i=0;

Суммарный выброс CH

M_{iCH} =419,5т/ч.

*NO_x

РЛА: M_i=1,9·0,4·100=76,0т/ч;

РГАБ: M_i=6,1·0,4·0,75·150=274,5 т/ч;

РГАД: M_i= 10,2·0,4·0,25·150=153,0т/ч;

Р АБ: M_i= 0;

РАД: M_i= 0;

Суммарный выброс NO_x

M_{iNOx} =503,5т/ч.

*C

РЛА: M_i=0;

РГАБ: M_i=0;

РГАД: M_i=0,38·0,4·0,25·150=5,7 т/ч;

Р АБ: M_i=0;

РАД: M_i= 0;

Суммарный выброс С

M_i =5,7т/ч.

*Pb

РЛА: M_i=0,02·0,4·100=0,8г/ч;

РГАБ: M_i=0,03·0,4·0,75·50=1,35 г/ч;

РГАД: M_i=0;

РАБ: M_i= 0;

РАД: M_i = 0;

Суммарный выброс Pb

M_{iPb} =2,15 г/ч;

*SO_2

РЛА: M_i=0,07·0,4·100=2,8г/ч;

РГАБ: M_i=0,21·0,4·0,75·150=9,45 г/ч;

РГАД: M_i=1,47·0,4·0,25·150=22,05 г/ч;

РАБ: M_i= 0;

РАД: M_i= 0;

Суммарный выброс SO_2

M_{iSO2} =34,3г/ч.

Итоговая таблица по M_i

Направление		Выброс, г/ч					
		CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
1	Вход	6100	1400	340	7	6	53
	Выход	5200	830	910	9	6	55
2	Вход	4200	720	770	7	6	51
	Выход	3500	1400	340	7	6	53
3	Вход	3700	660	170	5	3	29
	Выход	1400	380	100	2	2	17
4	Вход	2400	320	380	4	2	27
	Выход	3500	420	500	6	2	34
Итого		30000	6130	3510	47	33	319

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА D_i

Входное направление 1

Регулируемое направление 1

1. $N_Л$ = 400 авт/ч;
   $N_Г$ = 50 авт/ч;
   $N_А$ =20 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =0,5 мин.
3. S=1.
4. вход: V_1=35км/ч;
   выход: V_2=48км/ч.

Регулируемое направление 2

1. $N_Л$ = 100 авт/ч;
   $N_Г$ = 0 авт/ч;
   $N_А$ =0 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =1 мин.
3. S=2.
4. вход: V_1=35км/ч;
   выход: V_2=40км/ч.

Регулируемое направление 3

1. $N_Л$ = 0 авт/ч;
   $N_Г$ = 50 авт/ч;
   $N_А$ =0 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =0,5 мин.
3. S=1.
4. вход: V_1=35км/ч;
   выход: V_2=50км/ч.

Входное направление 2

Регулируемое направление 1

1. $N_Л$ = 400 авт/ч;
   $N_Г$ = 50 авт/ч;
   $N_А$ =20 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =1,0 мин.
3. S=1.
4. вход: V_1=55км/ч;
   выход: V_2=40км/ч.

Регулируемое направление 2

1. $N_Л$ = 200 авт/ч;
   $N_Г$ = 0 авт/ч;
   $N_А$ =30 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =1 мин.
3. S=2.
4. вход: V_1=55км/ч;
   выход: V_2=40км/ч.

Входное направление 3

Регулируемое направление 1

1. $N_Л$ = 100 авт/ч;
   $N_Г$ = 50 авт/ч;
   $N_А$ =10 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =2 мин.
3. S=3.
4. вход: V_1=35км/ч;
   выход: V_2=48км/ч.

Регулируемое направление 2

1. $N_Л$ = 100 авт/ч;
   $N_Г$ = 50 авт/ч;
   $N_А$ =0 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =1 мин.
3. S=1.
4. вход: V_1=35км/ч;
   выход: V_2=40км/ч.

Входное направление 4

Регулируемое направление 1

1. $N_Л$ = 100 авт/ч;
   $N_Г$ = 100 авт/ч;
   $N_А$ =0 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =0,8 мин.
3. S=0.
4. вход: V_1=50км/ч;
   выход: V_2=50км/ч.

Регулируемое направление 2

1. $N_Л$ = 100 авт/ч;
   $N_Г$ = 0 авт/ч;
   $N_А$ =20 авт/ч;
2. $t_{хх}$ =4 мин.
3. S=4.
4. вход: V_1=50км/ч;
   выход: V_2=48км/ч.

РАСЧЕТ D_i

Встречное направление 1

Результирующее направление (РН) 1

Скорость движения на встречном направлении $V_1 = 35$ км/ч, на выходном – 48 км/ч,

поэтому расчет выполняется по формуле 3.3

*CO	*CH
РЛА: D=(3,5+1,2+2,9·0,5)·400=2460,0г/ч;	РЛА:
D=(0,7+0,2+0,2·0,5)·400=400,0г/ч;	
РГАБ: D=(18,1+6,0+13,1·0,5)·0,75·50=1149,375г/ч;	РГАБ:
D=(1,3+0,4+2,1·0,5)·0,75·50=103,125г/ч;	
РГАД: D=(3,3+1,6+2,8·0,5)·0,25·50=78,75г/ч;	РГАД:
D=(0,8+0,3+0,3·0,5)·0,25·50=15,625г/ч;	
РАБ: D=(21,5+7,5+17,8·0,5)·0,37·20=280,46г/ч;	РАБ:
D=(1,5+0,5+2,7·0,5)·0,37·20=24,79г/ч;	
РАД: D=(3,5+1,7+4,6·0,5)·0,63·20=94,5г/ч;	РАД:
D=(1,6+0,5+0,5·0,5)·0,63·20=29,61г/ч;	
Суммарный выброс CO D_{CO}=4063,085г/ч.	Суммарный выброс CH
D_{CH}=573,15г/ч.	

*NO_x	*C
РЛА: D=(0,5+0,1+0,05·0,5)·400=250,0г/ч;	РЛА: D=0;
РГАБ: D=(3,8+0,5+0,15·0,5)·0,75·50=164,063г/ч;	РГАБ: D=0;
РГАД: D=(3,6+0,8+1,0·0,5)·0,25·50=61,25г/ч;	РГАД:
D=(0,3+0,1+0,04·0,5)·0,25·50=5,25г/ч;	
РАБ: D=(4,0+0,8+0,16·0,5)·0,37·20=36,112г/ч;	РАБ: D=0;
РАД: D=(3,9+0,8+0,61·0,5)·0,63·20=63,063г/ч;	РАД:
D=(0,3+0,1+0,03·0,5)·0,63·20=5,229г/ч;	
Суммарный выброс NO_x D_{NOx}=574,488г/ч.	Суммарный выброс C
D_C=10,479г/ч.	

*Pb	*SO_2
РЛА: D=(0,003+0,001+0,003·0,5)·400=2,2г/ч;	РЛА:
D=(0,018+0,006+0,01·0,5)·400=11,6г/ч;	
РГАБ: D=(0,013+0,0057+0,004·0,5)·37,5=0,75г/ч;	
РГАБ:D=(0,07+0,02+0,024·0,5)·37,5=3,825г/ч;	
РГАД: D=0,	РГАД:
D=(0,52+0,17+0,086·0,5)·12,5=9,1625г/ч;	

РАБ D=(0,014+0,005+0,004·0,5)·7,4=0,1554г/ч;

D=(0,10+0,03+0,031·0,5)·7,4=1,0767г/ч;

РАД: D=0;

D=(0,55+0,18+0,096·0,5)·12,6=9,81г/ч.

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=3,1054г/ч

D_{SO2}=35,467г/ч

РАБ

РАД:

Суммарный выброс SO_2

РП 2

Скорость движения на входном направлении V_1=35км/ч, на выходном - 40км/ч, поэтому расчет выполняется по формуле 3.5 только для РЛА т.к. по данному РП $N_Л = N_А = 0$.

CO

РЛА: D=(1,2·3+2,9·1)·100=650 г/ч;

CH

РЛА: D=(0,2·3+0,2·1)·100=80 г/ч;

*NO_x

РЛА: D=(0,1·3+0,05·1)·100=35 г/ч.

*C

РЛА: D=0;

*Pb

РЛА: D=(0,001·3+0,005·1)·100=0,6 г/ч.

*SO_2

РЛА: D=(0,006·3+0,01·1)·100=2,8 г/ч;

РП 3

Скорость движения на входном направлении V_1=35км/ч, на выходном - 50км/ч, поэтому расчет выполняется по формуле 3.3 только для РГАБ и РГАД, т.к. по данному РП $N_Л=N_А=0$.

*CO

РГАБ: D=(18,1+6,0+13,1·0,5)·0,75·50=1149,375г/ч;

D=(1,3+0,4+2,1·0,5)·0,75·50=103,12г/ч;

РГАД: D=(3,3+1,6+2,8·0,5)·0,25·50=78,75г/ч;

РГАД:D=(0,8+0,3+0,3·0,5)·0,25·50=15,62г/ч;

Суммарный выброс CO D_{CO}=1228,125г/ч;

*CH

РГАБ:

Суммарный выброс CH D_{CH}= 118,75 г/ч;

*NO_x

РГАБ: D=(3,8+0,5+0,15·0,5)·0,75·50=164,063г/ч;

РГАД: D=(3,6+0,8+1,0·0,5)·0,25·50=61,25г/ч;

D=(0,3+0,1+0,04·0,5)·0,25·50=5,25г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NOx}=225,313г/ч;

*C

РГАБ: D=0;

РГАД:

Суммарный выброс C D_C=5,25г/ч;

*Pb

РГАБ: D=(0,013+0,005+0,004·0,5)·0,75·50=0,75г/ч;

РГАБ:D=(0,07+0,02+0,24·0,5)·0,75·50=7,875г/ч;

*SO_2

РГАД D=0,

РГАД D=(0,52+0,17+0,86·0,5)·0,25·50=14,0г/ч;

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=0,75г/ч,

Суммарный выброс SO_2 D

=21,875 г/ч.

Входное направление 2

Регулируемое направление (РН) 1

Скорость движения на входном направлении V_1=55 км/ч, на выходном - 40 км/ч, поэтому расчет выполняется по формуле 3.5

*CO

РЛА: D=(1,2·2+2,9·1)·400=2120,0 г/ч;

РГАБ: D=(6,0·2+13,1·1)·0,75·50=941,25 г/ч;

D=(0,4·2+2,1·1)·0,75·50=108,75 г/ч;

РГАД: D=1,6·2+2,8·1)·0,25·50=62,5г/ч;

D=(0,3·2+0,3·1)·0,25·50=11,25г/ч;

РАБ: D=7,5·2+17,8·1)·0,37·20=242,72 г/ч;

г/ч;

РАД: D=1,7·2+4,6·1)·0,63·20=100,8 г/ч;

D=(0,5·2+0,5·1)·0,63·20=18,9г/ч;

Суммарный выброс CO D_{CO}=3467,27 г/ч.

D =406,28 г/ч.

*CH

РЛА: D=(0,2·2+0,2·1)·400=240,0г/ч;

РГАБ:

РГАД:

РАБ: D=(0,5·2+2,7·1)·0,37·20=27,38

РАД:

Суммарный выброс CH

*NO_x

РЛА: D=(0,1·2+0,05·1)·400=100,0 г/ч;

РГАБ: D=(0,5·2+0,15·1)·0,75·50=43,125 г/ч;

РГАД: D=(0,8·2+1,0·1)·0,25·50=32,5г/ч;

D=(0,1·2+0,04·1)·0,25·50=3,0г/ч;

РАБ: D=(0,8·2+0,16·1)·0,37·20=13,024г/ч;

РАД: D=(0,8·2+0,61·1)·0,63·20 г/ч;

г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NO_x}=216,495 г/ч.

г/ч

*C

РЛА: D=0;

РГАБ: D=0;

РГАД:

РАБ: D=0;

РАД: D=(0,1·2+0,03·1)·0,63·20=2,89

Суммарный выброс C D_C=5,898

*Pb

РЛА: D=(0,001·2+0,003·1)·400=2,0г/ч;

г/ч;

РГАБ: D=(0,005·2+0,004·1)·0,75·50=0,525 г/ч;

D=(0,02·2+0,024·1)·0,75·50=2,4г/ч;

*SO_2

РЛА: D=(0,006·2+0,01·1)·400=8,8

РГАБ:

РГАД: D=0;

D=(0,17·2+0,086·1)·0,25·50=5,325 г/ч;

РАБ: D=(0,005·2+0,004·1)·0,37·20=0,1036г/ч;

D=(0,03·2+0,031·1)·0,37·20=0,6734 г/ч;

РАД: D=0;

D=(0,18·2+0,096·1)·0,63·20=5,7456 г/ч;

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=2,6286 г/ч.

РГАД:

РАБ:

РАД:

Суммарный выброс SO_2

D_{SO2}=22,944г/ч.

РП 2

Скорость движения на входном направлении V_1=55 км/ч, на выходном - V_2=40 км/ч,

поэтому расчет выполняется по формуле 3.5 для РЛА, РАБ и РАД, т.к. по данному РП N_{Γ}=0;

•CO

РЛА: D=(1,2·3+2,9·1)·200=1300,0 г/ч;

РАБ: D=(7,5·3+17,8·1)·0,37·30=447,33 г/ч;

D=(0,5·3+2,7·1)·0,37·30=46,62г/ч;

РАД: D=(1,7·3+4,6·1)·0,63·30=183,33г/ч;

D=(0,5·3+0,5·1)·0,63·30=37,8г/ч;

Суммарный выброс CO D_{CO}=1930,66г/ч.

D_{CH}=244,42 г/ч.

•CH

РЛА: D=(0,2·3+0,2·1)·200=160,0 г/ч;

РАБ:

РАД:

Суммарный выброс CH

•NO_x

РЛА: D=(0,1·3+0,05·1)·200=1300,0 г/ч;

РАБ: D=(0,8·3+0,16·1)·0,37·30=28,416г/ч;

РАД: D=(0,8·3+0,61·1)·0,63·30=56,889 г/ч;

D=(0,1·3+0,03·1)·0,63·30=6,237г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NOx}=155,305 г/ч.

г/ч.

•C

РЛА: D=0;

РАБ: D=0;

РАД:

Суммарный выброс C D_C=6,237

•Pb

РЛА: D=(0,001·3+0,003)·200=1,2г/ч;

РАБ: D=(0,005·3+0,004)·11,1=0,2109г/ч;

D=(0,003·3+0,031)·11,1=1,3431г/ч;

•SO_2

РЛА: D=(0,006·3+ 0,01)·200=5,6г/ч;

РАБ:

РАД: D=0;

D=(0,18·3+0,096)·18,9=12,0204г/ч;

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=1,4109 г/ч.

РАД:

Суммарный выброс SO_2

D_{SO_2}=18,9635 г/ч

Входное направление 3

РП 1

Скорость движения на входном направлении V_1=35 км/ч, на выходном - V_2=40 км/ч, поэтому расчет выполняется по формуле 3.3.

*CO

РЛА: D=(3,5+1,2·3+2,9·2)·100=1290,0 г/ч;

D=(0,7+0,2·3+0,2·2)·100=170,0 г/ч;

РГАБ: D=(18,1+6,0·3+13,1·2)·0,75·50=2336,25 г/ч;

D=(1,3+0,4·3+2,1·2)·0,75·50=251,2г/ч;

РГАД: D=(3,3+1,6·3+2,8·2)·0,25·50=171,25 г/ч;

D=(0,8+0,3·3+0,3·2)·0,25·50=28,75г/ч;

РАБ: D=(21,5+7,5·3+17,8·2)·0,37·10=294,52 г/ч;

D=(1,5+0,5·3+2,7·2)·0,37·10=31,08г/ч;

РАД: D=(3,5+1,7·3+4,6·2)·0,63·10=101,43 г/ч,

D=(1,6+0,5·3+0,5·2)·0,63·10=25,83г/ч;

Суммарный выброс CO D_{CO}=4193,45 г/ч.

D_{CH}=506,91 г/ч.

*CH

РЛА:

РГАБ:

РГАД:

РАБ:

РАД:

Суммарный выброс CH

*NO_x

РЛА: D=(0,5+0,1·3+0,05·2)·100=90,0 г/ч,

РГАБ: D=(3,8+0,5·3+0,15·2)·0,75·50=210,0 г/ч,

РГАД: D=(3,6+0,8·3+1,0·2)·0,25·50=100,0 г/ч,

D=(0,3+0,1·3+0,04·2)·0,25·50=8,5г/ч;

РАБ: D=(4,0+0,8·3+0,16·2)·0,37·10=24,864 г/ч,

РАД: D=(3,9+0,8·3+0,61·2)·0,63·10=47,376 г/ч;

D=(0,3+0,1·3+0,03·2)·0,63·10=4,158г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NO_x}=472,24 г/ч.

D_C=12,658г/ч.

*C

РЛА: D=0;

РГАБ: D=0;

РГАД:

РАБ: D=0;

РАД:

Суммарный выброс C

*Pb

РЛА: D=(0,003+0,001·3+0,003·2)·100=1,2 г/ч;

D=(0,018+0,006·3+0,01·2)·100=5,6 г/ч;

*SO_2

РЛА:

РГАБ:D=(0,013+0,005·3+0,004·2)·0,75·50=1,35 г/ч; РГАБ:D=(0,07+0,02·3+0,024·2)·0,75·50=6,675г/ч;

РГАД: D=0;

РГАД:D=(0,52+0,17·3+0,086·2)·0,25·50=15,025г/ч;

РАБ: D=(0,014+0,005·3+0,004·2)·0,37·10=0,1369г/ч;

РАБ:D=(0,10+0,03·3+0,031·2)·0,37·10=0,9324г/ч;

РАД: D=0;

РАД:D=(0,55+0,18·3+0,096·2)·0,63·10=8,0766г/ч;

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=2,6869 г/ч. Суммарный выброс SO_2 D_{SO2}=36,309г/ч.

РП 2

N_A = 0; Скорость движения на входном направлении V_1=35 км/ч, на выходном - V_2=40 км/ч, поэтому расчет выполняется по формуле 3.5 для РЛА, РАБ и РАД, т.к.

•CO

РЛА: D=(1,2·2+2,9·1)·100=530,0 г/ч;

РГАБ: D=(6,0·2+13,1·1)·0,75·50=941,25 г/ч;

D=(0,4·2+2,1·1)·0,75·50=108,75г/ч;

РГАД: D=(1,6·2+2,8·1)·0,25·50=75,0г/ч;

D=(0,3·2+0,3·1)·0,25·50=11,25г/ч;

Суммарный выброс CO D_{CO}=1546,25г/ч.

•CH

РЛА: D=(0,2·2+0,2·1)·100=60,0 г/ч;

РГАБ:

РГАД:

Суммарный выброс CH D_{CH}=180,05 г/ч.

•NO_x

РЛА: D=(0,1·2+0,05·1)·100=70,0 г/ч;

РГАБ: D=(0,5·2+0,15·1)·0,75·50=43,125г/ч;

РГАД: D=(0,8·2+1,0·1)·0,25·50=32,5 г/ч;

D=(0,1·2+0,04·1)·0,25·50=3,0г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NOx}=100,625 г/ч.

•C

РЛА: D=0;

РГАБ: D=0;

РГАД:

Суммарный выброс C D_C=3,0 г/ч.

•Pb

РЛА: D=(0,001·2+0,003·1)·100=0,5т/ч;

D=(0,006·2+0,01·1)·100=2,2т/ч;

РГАБ: D=(0,005·2+0,004·1)·0,75·50=0,525т/ч;

D=(0,02·2+0,024·1)·0,75·50=2,4т/ч;

РГАД: D=0

D=(0,17·2+0,086·1)·0,25·50=5,325т/ч;

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=1,025 г/ч

D_{SO2}=9,925т/ч.

SO_2

РЛА:

РГАБ:

РГАД:

Суммарный выброс SO_2

Входное направление 4

РП 1

Скорость движения на входном направлении V_1=50 км/ч, на выходном - V_2=50 км/ч,

поэтому расчет выполняется по формуле 3.5 для РЛА, РГАБ и РГАД, т.к. N_A=0;

•CO

РЛА: D=(3,5+2,9·0,8)·100=582,0 г/ч;

РГАБ: D=(18,1+13,1·0,8)·0,75·100=2143,5т/ч;

D=(1,3+2,1·0,8)·0,75·100=223,5т/ч;

РГАД: D=(3,3+2,8·0,8)·0,25·100=138,5т/ч;

D=(0,8+0,3·0,8)·0,25·100=26,0т/ч;

Суммарный выброс CO D_{CO}=2864,0т/ч

D_{CH}=335,5т/ч.

•CH

РЛА: D=(0,7+0,2·0,8)·100=86,0т/ч.

РГАБ:

РГАД:

Суммарный выброс CH

•NO_x

РЛА: D=(0,5+0,05·0,8)·100=54,0т/ч;

РГАБ: D=(3,8+0,15·0,8)·0,75·100=294,0т/ч;

РГАД: D=(3,8+1,0·0,8)·0,25·100=115,0 г/ч;

D=(0,3+0,04·0,8)·0,25·100=8,3г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NOx}=463т/ч.

•C

РГЛА: D=0,

РГАБ: D=0,

РГАД:

Суммарный выброс C D_C=8,3г/ч.

•Pb

РЛА: D=(0,003+0,003·0,8)·100=0,54т/ч;

D=(0,018+0,01·0,8)·100=2,6г/ч;

РГАБ: D=(0,013+0,004·0,8)·0,75·100=0,6075т/ч;

D=(0,07+0,024·0,8)·0,75·100=6,69т/ч;

•SO_2

РЛА:

РГАБ:

РГАД: D=0,

РГАД: D=(0,52+0,086

0,8)·0,25·100=14,72г/ч.

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=1,1475г/ч

Суммарный выброс SO_2

D_{SO2}=24,01г/ч

РП 2

Скорость движения на входном направлении V_1=55 км/ч, на выходном - V_2=48 км/ч, поэтому расчет выполняется по формуле 3.3 для РЛА, РАБ и РАД, т.к. N_j=0;

•CO

РЛА: D=(3,5+1,2·4+2,9·4)·100=1990,0г/ч;

•CH

РЛА: D=(0,7+0,2·

4+0,2·4)·100=230,0г/ч.

РАБ: D=(21,5+7,5·4+17,8·4)·0,37·20=907,98г/ч;

РАБ:

D=(1,5+0,5·4+2,7·4)·0,37·20=105,82г/ч;

РАД: D=(3,5+1,7·4+4,6·4)·0,63·20=361,62г/ч;

РАД:

D=(1,6+0,5·4+0,5·4)·0,63·20=70,56г/ч.

Суммарный выброс CO D_{CO}=3259,6г/ч.

Суммарный выброс CH

D_{CH}=406,38г/ч.

•NO_x

РЛА: D=(0,5+0,1·4+0,05·4)·100=110,0г/ч;

•C

РЛА: D=0;

РАБ: D=(4,0+0,8·4+0,16·4)·0,37·20=58,016г/ч;

РАБ: D=0;

РАД: D=(3,9+0,8·4+0,6·1·4)·0,63·20=120,204г/ч;

РАД:

D=(0,3+0,1·4+0,03·4)·12,6=10,332г/ч;

Суммарный выброс NO_x D_{NOx}=288,22г/ч.

Суммарный выброс C

D_C=10,332г/ч.

•Pb

•SO_2

РЛА: D=(0,003+0,001·4+0,003·4)·100=1,9г/ч;

РЛА:

D=(0,018+0,006·4+0,01·4)·100=8,2г/ч;

РАБ: D=(0,014+0,005·4+0,004·4)·0,37·20=0,37г/ч;

РАБ:

D=(0,10+0,03·4+0,031·4)·0,37·20=2,5456г/ч;

РАД: D=0;

РАД:

D=(0,55+0,18·4+0,096·4)·0,63·20=20,8404г/ч;

Суммарный выброс Pb D_{Pb}=2,27 г/ч.

Суммарный выброс SO_2

D_{SO2}=31,586г/ч.

Итоговая таблица по Di

Вход	PH	Выброс, т/ч					
		CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
	1	4100	570	570	10	3	35
1	2	650	80	35	0	1	2
	3	1200	120	220	5	1	22
	Σ	5950	770	825	15	5	59
	1	3500	410	220	6	3	23
2	2	1900	240	160	6	1	19
	Σ	54	650	380	12	4	42
	1	4200	510	470	13	3	36
3	2	1500	180	100	3	1	10
	Σ	5700	690	570	16	4	46
	1	2900	340	460	8	1	24
4	2	3300	410	290	10	2	32
	Σ	6200	750	750	18	3	56
Итого		23250	2860	2525	61	16	203

7. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС "МАГИСТРАЛЬ" ДЛЯ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТОМ НА ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЯХ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Полное наименование комплекса - "Пакет прикладных программ расчета выброса в атмосферу загрязняющих веществ потоком автотранспорта на участке улично-дорожной сети".

Обозначение пакета - "Магистраль".

"Магистраль" функционирует в среде операционной системы MS DOS.

Язык программирования QC.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Комплекс "Магистраль"предназначен для вычисления количества загрязняющих атмосферу химических веществ, выбрасываемых потоком автотранспорта при прохождении участка улично-дорожной сети (УДС).

"Магистраль" позволяет рассчитывать выбросы как на простейших элементах УДС (конкретное направление движения — перегон или более крупный элемент — перекресток), так и на участках УДС (улицы, кварталы и т.д.) в целом.

Любой участок УДС можно формализовать ограниченным набором простейших элементов движения транспортного потока — перекрестков и (или) перегонов движения. Расчет количества выбрасываемых транспортным потоком в атмосферу загрязняющих веществ при движении на участке УДС, в зависимости от условий движения на участке (т.е. — от характеристик участка) является важнейшей задачей определения загрязнения окружающей среды автотранспортом.

"Магистраль" позволяет в диалоговом режиме работы с программой вводить характеристики движения транспортного потока на анализируемом участке УДС, определяемые, например, экспертным путем с помощью непосредственных замеров, и - на основании указанных исходных данных вычислять количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ на анализируемом участке УДС указанным транспортным потоком.

ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММЫ

Алгоритм работы пакета "Магистраль"

Для определения количества загрязняющих атмосферу веществ, выбрасываемых автотранспортом при движении на участке улично-дорожной сети, в комплексе "Магистраль" реализована "Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях" (НИИАТ).

Диалоговый интерфейс работы пользователя с пакетом "Магистраль" делится на 4 этапа:

- определение режима работы с программой;
- задание количественных характеристик анализируемого участка УДС;
- задание характеристик транспортных потоков и условий движения на каждом элементе участки УДС;

просмотр результатов расчетов и принятие решения о последующем порядке работы с программой (корректировка данных и повторение расчетов или выход из программы).

Первый и второй этапы работы, реализуются программой в виде отдельных меню на экране монитора. На первом этапе (экране) пользователю предлагается определить режим работы с программой, а именно:

проведение нового расчета (пункт меню "Ввод новых исходных данных");

использование для проведения нового расчета (с помощью корректировки) исходных данных предыдущего расчета (пункт меню "Редактирование ранее введенных данных").

Следует отметить, что во втором варианте пользователю предоставляется возможность отредактировать *только* условия движения транспортных потоков, но не количественные характеристики участка УДС. Поэтому, при необходимости проведения повторного расчета с большим количеством элементов УДС, пользователь должен при предыдущем расчете (исходные данные которого используются) задавать требуемое количество элементов УДС с необходимым запасом, обнуляя при этом данные (выполняется программой по умолчанию) по транспортным потокам дополнительных элементов УДС, указанным в предположении повторного расчета.

На первом экранном интерфейсе пользователю также предоставляется возможность - при наличии бинарного файла с исходными данными предыдущего расчета с именем isx.dan - преобразовать его в символьный файл isx_txt.txt для печати или просмотра с экрана средствами MS DOS (пункт меню "Преобразовать исходные данные в файл ASCII). Кроме того, при указанном условии — наличии файла isx.dan, пользователю предоставляется возможность повторить предыдущий расчет с записью результатов в символьный файл res_txt.txt для печати или просмотра с экрана средствами MS DOS (пункт меню "Записать в файл результаты расчета").

На втором этапе с помощью экранного меню пользователю предлагается задать количественные характеристики анализируемого участка УДС:

- количество перегонов (до 100);
- количество перекрестков (до 100);
- количество участков с полной блокировкой движения (до 100).

Действительное максимально допустимое для задания количество элементов УДС может превышать значение (100), определенное техническим заданием на программное обеспечение и определяется наличием свободной памяти используемой ПЭВМ. В частности, при работе на ПЭВМ стандартной конфигурации, максимально допустимое количество элементов УДС составляет около 800. В случае превышения в процессе задания количественных характеристик максимально допустимого количества элементов программа формирует диагностическое сообщение "Недостаточно памяти" и прекращает свою работу.

Кроме того, на втором этапе пользователь определяет используемое при расчетах соотношение между грузовыми автомобилями и автобусами с бензиновыми и дизельными двигателями. В процессе ввода данных программа контролирует непревышение задаваемой суммой величины 100% (в противном случае возникает диагностическое сообщение "Ошибка ввода соотношения типов двигателей в транспортном потоке" и, после нажатия любой клавиши программа возвращается в режим задания/редактирования данных). Следует отметить, что здесь и далее программа контролирует (и запрещает) ввод недопустимых символов (например - знак "-"), о чем сообщает звуковым сигналом.

На третьем этапе пользователю предлагается задать характеристики транспортных потоков и условия движения на каждом (из указанного количества) элементе УДС. Третий этап реализуется в виде трех типовых экранных интерфейсов, соответственно количеству типовых элементов УДС. При этом в меню для задания исходных данных по каждому (из трех групп) элементу УДС автоматически высвечи-

вается на экране его текущий порядковый номер. Взаимосоответствие текущих номеров расчетных элементов участка УДС реальным элементам определяется пользователем в процессе задания исходных данных.

Для входного и выходного направлений движения каждого перегона задаются следующие характеристики:

- длина перегона;
- скорость движения транспортного потока;
- интенсивность движения по транспортным группам:
  - легковые автомобили;
  - грузовые автомобили;
  - автобусы.

По каждому перекрестку первоначально пользователю предлагается задать количество входных направлений движения транспортных потоков (от 3 до 8). Далее пользователь должен задать условия проезда перекрестка по каждому из 3-х возможных регулируемых направлений для каждого из входных направлений движения, а именно:

- количество остановленных автомобилей каждой группы:
  - легковые автомобили;
  - грузовые автомобили;
  - автобусы;
- время работы на холостом ходу;
- количество остановок потока при разъезде с перекрестка;
- скорость потока на входном направлении;
- скорость потока на выходном направлении.

По каждому участку с полной блокировкой движения пользователю предлагается задать:

- время блокировки;
- длина участка блокировки;
- количество блокированных автомобилей по группам:
  - легковые автомобили;
  - грузовые автомобили;
  - автобусы.

В случае проведения нового расчета при вводе исходных данных по каждому элементу УДС пользователю предоставляется возможность либо задать конкретные значения параметра, либо оставить исходные (по умолчанию) нулевые значения параметров - для отсутствующих характеристик элемента УДС. В случае использования для расчета существующих ("старых") данных пользователь должен соответствующим образом откорректировать характеристики каждого элемента УДС.

Для ввода (корректировки) информации в окна экранного меню используются следующие функциональные клавиши:

<Enter>, стрелки: вправо, влево, вверх, вниз - для перемещения курсора;

<Del> - для удаления символа над курсором;

<Backspase> - для удаления символа перед курсором и смещения его на одну позицию назад;

<Ins> - для переключения режимов корректировки "Вставка"/"Замена" и наоборот (при изменении режима для удобства пользователя изменяется форма курсора);

<Home> - для перемещения курсора на первую позицию окна;

<End> - для перемещения на последнюю позицию окна;

<Ctrl / Y>, <Ctrl / Enter> - для очистки текущего окна;

<Esc> - отказ от редактирования.

Для просмотра и корректировки ранее введенных данных пользователю предоставляется возможность "листания экранов": клавиша <PgUp> - возврат к предыдущему элементу группы, а для первого элемента — к первому элементу

предыдущей группы элементов УДС, клавиша <PgDn> - последовательное движение вперед к последнему из вводимых элементов УДС.

На нижней строке экрана выведена подсказка - набор функциональных клавиш, которые используются при работе с программой:

<PgUp> <Pgdn> - "листание экранов";

<F2> - выход из программы с записью информации в бинарный файл на диске isx.dan;

<F10> - выход из программы без сохранения информации.

После окончания ввода исходных данных последнего элемента УДС программа автоматически осуществляет сохранение исходных данных в бинарном (файл isx.dan) и символьном (файл isx_txt.txt) виде, расчет выброса в атмосферу загрязняющих веществ, запись результатов расчетов в символьном виде (файл rez_txt.txt). При этом исходные данные и результаты предыдущего расчета сохраняются в аналогичных файлах с расширением *.bak. По завершению расчета программа переходит в последний (четвертый) режим работы, в котором пользователю на экран выводятся исходные данные и результаты проведенного расчета. В этом режиме пользователю предоставляются следующие возможности:

- просмотреть исходных данных и результатов проведенного расчета с экрана;
- вернуться в программу для редактирования текущих исходных данных и повторного расчета - клавиша <PgUp>;
- записать текущие исходные данные и результаты расчета в дополнительные, соответственно, бинарный и символьный файлы произвольного наименования (до восьми символов), которое задается оператором с экрана после нажатия клавиши <F2>;
- завершить работу с программой без записи дополнительных файлов произвольного наименования (запись в стандартные файлы осуществляется программой автоматически при переходе к четвертому этапу) - клавиша <F10>.

В процессе работы на экране терминала могут возникать аварийные сообщения о неправильности выполнения каких-либо действий или ненормальной работе ПЭВМ:

- недостаточно памяти;
- нет файла ... ;
- ошибка чтения файла ... ;
- ошибка записи файла ... .

После появления аварийного сообщения программа ждет нажатия любой клавиши и завершает свою работу.

Структура пакета "Магистраль"

"Магистраль" состоит из следующих программных модулей:

main() — головная программа (файл niiat.c);

clrwin(), clrwindo() — подпрограммы для очистки окна, заданных размеров и заполнения их заданным цветом фона;

okno() — подпрограмма сохранения и восстановления содержимого экрана;

ramka(), men() — подпрограммы рисования и работы с меню;

red(), red_t() — подпрограммы текстового редактора;

scrol() — подпрограмма вертикального скроллинга;

prier() — подпрограмма для вывода аварийных сообщений;

1.mem ... 7.mem — файлы, содержащие в бинарном виде макеты диалоговых форм.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Пакет "Магистраль" ориентирован для работы на вычислительном комплексе типа не хуже IBM PC AT 386DX, имеющем в своем составе:

процессор Intel 386 DX 40 Мгц;
сопроцессор 387;
ОЗУ 4Мб;
накопитель на жестком магнитном диске емкостью не менее 40 Мб;
накопители на гибких магнитных дисках;
видеотерминал VGA или SVGA.

ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

Задача пакета "Магистраль" вызывается на выполнение оператором следующей командой: **RWSW**

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Постоянными исходными данными для пакета "Магистраль" являются значения коэффициентов выброса различных загрязняющих веществ для различного состава транспортного потока и условий движения транспортных средств, содержащиеся в файле исходного текста программы niiat.c.

Переменными исходными данными для пакета "Магистраль" являются количественные характеристики анализируемого участка УДС и характеристики транспортного потока на каждом элементе участка, вводимые пользователем в диалоговом режиме в процессе работы с программой.

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выходные данные пакета "Магистраль":

- исходные данные для расчета в бинарном коде в файле на жестком магнитном носителе - isx.dan ;
- исходные данные для расчета в символьном виде в файле на жестком магнитном носителе - isx_txt.txt ;
- результаты расчета в символьном виде в файле на жестком магнитном носителе - rez_txt.txt .

В процессе работы пользователю предоставляется возможность записать перечисленные данные либо в файлы указанного (программного) наименования, используемого программой при повторном редактировании (isx.dan), либо задать для файлов произвольное имя (не более восьми символов). При повторном расчете исходные данные и результаты предыдущего расчета сохраняются в файлах указанного программного наименования с расширением *.bak .

Типовая форма представления исходных данных и результатов расчета в символьном виде приведена в Приложении.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ при непрерывном движении транспортного потока (по перегонам)

Перегон	Направление	Длина	Скорость	Легковые	Грузовые	Автобусы
1	Вход					
	Выход					
2	Вход					
	Выход					
3	Вход					
	Выход					
4	Вход					
	Выход					

Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ на участках с полной блокировкой движения

Участок блокировки	Длина	Время	Легковые	Грузовые	Автобусы
1					
2					

Исходные данные для расчета дополнительных выбросов загрязняющих веществ, связанных с задержкой транспортных средств (по перекресткам)

Перекр	Входное направ	Регулируемое направ	Холостой ход	Кол-во останов	Скорость вход	Скорость выход	Легковые	Грузовые	Автобусы
1	1								
	2								
	3								
	4								

Итоговая таблица по расчету выбросов загрязняющих веществ при непрерывном движении транспортного потока (M_4)

Перегон	Направление	Выбросы загр. веществ при непрерывном движении (M_4), г/ч					
		CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
1	Вход Выход						
2	Вход Выход						
3	Вход Выход						
4	Вход Выход						
	ИТОГО						

Итоговая таблица по расчету дополнительных выбросов загрязняющих веществ, связанных с задержкой транспортных средств (D_i)

Перек-рест.	Вход	Регулир. направл.	Дополн.выбросы загрязн.веществ при задержке транспорта (D_i), г/ч					
			CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
1	1	1						
		2						
		3						
	2	1						
		2						
		3						
	3	1						
		2						
		3						
	4	1						
		2						
ИТОГО								

Итоговая таблица по расчету выбросов загрязняющих веществ при полной блокировке движения ($M_{бл}$)

Участок блокировки	Выброс загрязняющих веществ при блокировке движения ($M_{бл}$), г/ч					
	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
1						
2						
ИТОГО						

Итоговая таблица по расчету полного (суммарного) выброса в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом (M_i) для перекрестка

	CO	CH	NO_x	C	Pb	SO_2
M_{ii}						
D_i						
$M_{бл}$						
M_i						

gost.e-ecolog.ru