

Исходные данные для практических занятий по курсу «Экологическая безопасность»

№ варианта	Количество движущихся транспортных средств за 1 час			скорость движения	длина улицы, м	Количество транспортных средств, стоящих на перекрестке за 1 период			продолжительность красного цвета светофора, с
	легковые	автобусы	грузовые			легковые	автобусы	грузовые	
1	150	22	21	40	300	30	10	5	80
2	175	32	28	60	350	29	11	4	27
3	200	42	35	40	400	28	12	3	35
4	225	13	33	60	450	27	9	6	80
5	250	23	31	40	500	26	8	5	27
6	275	33	29	60	550	25	7	4	35
7	300	43	27	40	600	30	10	5	80
8	325	4	25	60	650	29	11	4	27
9	350	14	23	40	700	28	12	3	35
10	375	24	21	60	310	27	9	6	80
11	400	34	19	40	360	26	8	5	27
12	425	44	17	60	410	25	7	4	35
13	450	5	15	40	460	30	10	5	80
14	500	15	13	60	510	29	11	4	27
15	525	25	11	40	560	28	12	3	35
16	550	35	9	60	610	27	9	6	80
17	600	45	7	40	660	26	8	5	27
18	140	5	8	60	710	25	7	4	35
19	165	15	10	40	320	30	10	5	80
20	190	25	12	60	370	29	11	4	27
21	215	35	14	40	420	28	12	3	35
22	240	45	16	60	470	27	9	6	80
23	265	4	18	40	520	26	8	5	27
24	290	14	20	60	570	25	7	4	35
25	315	24	22	40	620	30	10	5	80
26	340	34	24	60	670	29	11	4	27
27	365	44	26	40	720	28	12	3	35
28	390	13	28	60	330	27	9	6	80
29	415	23	30	40	380	26	8	5	27
30	440	33	9	60	430	25	7	4	35
31	465	43	11	40	480	30	10	5	80
32	490	22	13	60	530	29	11	4	27
33	515	32	15	40	580	28	12	3	35
34	540	42	17	60	630	27	9	6	80
35	565	21	19	40	680	26	8	5	27
36	590	31	21	60	340	25	7	4	35
37	615	41	23	40	390	30	10	5	80
38	640	20	25	60	440	29	11	4	27
39	665	30	27	40	490	28	12	3	35
40	690	10	29	60	540	27	9	6	80

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ ПЕРЕДВИЖНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Одним из основных элементов, обеспечивающих функционирование современной цивилизации, является автомобиль: более 12 миллионов километров магистралей опутали густой сетью земной шар. Автотранспорт (АТ) современных городов является лидером загрязнения.

Вклад автотранспорта в общий валовый выброс города сегодня является одним из общепринятых показателей опасности автотранспорта.

В России вклад автотранспорта в суммарный валовый выброс в атмосферу городов весьма велик и превышает 50% в 46 городах из списка 100 наиболее загрязненных городов России, а в крупных городах он достигает величины 93% (г. Москва), 86 % (Санкт-Петербург). В нашем городе Комсомольске-на-Амуре вклад автотранспорта в суммарный валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу города более 56 %.

Поэтому расчет выбросов от АТ, анализ характера действия выбрасываемых веществ на здоровье жителей города и разработка рекомендаций по возможным действиям, направленным на улучшение экологической и санитарно-гигиенической ситуации является важной задачей экологической безопасности.

В качестве источника загрязнения атмосферы рассматриваются автотранспортные потоки городских магистралей и примыкающие к ним перекрестки.

Полученные величины выбросов автотранспортных потоков на городских автомагистралях применяются при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха города выбросами промышленности и транспорта.

В работе может быть выделено 3 этапа: подготовительный, основной и завершающий.

В рамках **подготовительного** этапа выдаются индивидуальные задания, определяющие автотранспортную магистраль города и сопряженный с ней перекресток.

В рамках **основного** этапа выполняются следующие задачи исследования:

Производится расчет выбросов основных загрязняющих веществ (оксид углерода; диоксид азота; углеводороды; сажа; диоксид серы; формальдегид; бенз(а)пирен) от автотранспорта при движении транспортных средств по заданной улице, а также при ожидании на перекрестке

На **заключительном** этапе - анализ полученных материалов.

### 1 Исходная информация

Автопарк города Комсомольска-на-Амуре представлен следующими видами:

Легковые - 86,6 %;

Грузовые - 10,8 %;



Автобусы - 2,6 %;

При анализе расщепления автопарка города Комсомольска-на-Амуре по структуре топлива следует принять следующие предположения:

1. Все легковые автомобили отечественного производства работают на бензине.
2. 60 % легковых автомобилей работают на бензине, а 40 % работают на дизельном топливе.
3. 20 % грузовых автомобилей работают на бензине, а 80 % работают на дизельном топливе.
4. Все автобусы отечественного производства работают на бензине, а автобусы иностранного производства работают на дизельном топливе.

По грузоподъемности:

5. 60 % грузовых автомобилей имеют грузоподъемность менее 3 тонн, 40 % грузовых автомобилей имеют грузоподъемность более 3 тонн.

Расщепление автопарка, в % от общего количества автотранспортных средств г. Комсомольска-на-Амуре, составляет:

1. Легковые карбюраторные автомобилей - 66,7 %;
2. Легковые дизельные - 20 %;
3. Грузовые карбюраторные, грузоподъемностью < 3 т - 0,4 %;
4. Грузовые карбюраторные, грузоподъемностью ≥ 3 тон - 6 %;
5. Грузовые дизельные - 4,3 %;
6. Автобусы карбюраторные - 1,4 %;
7. Автобусы дизельные - 1,2 %;

На некоторых центральных автомагистралях г. Комсомольска-на-Амуре движение грузовых автомобилей, грузоподъемностью более 3,5 тонн, запрещено. Можно принять, что на Аллее Труда, пр. Интернациональном, пр. Ленина, пр. Мира, пр. Первостроителей - движение грузового автотранспорта запрещено.

## 2 Идентификация веществ, выбрасываемых автотранспортом

Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания представляют собой сложную смесь токсичных компонентов, самая многочисленная группа среди них – углеводороды (около 200 разных углеводородов (C<sub>x</sub> H<sub>y</sub>) – этан, метан, бензол, ацетилен и др..).

При исследовании автомагистралей, как источников загрязнения воздушной среды города, к расчету принимаются вещества, представленные в таблице 1

Сажу выбрасывают только автомобили с дизельным двигателем.

Окислы азота NO<sub>x</sub> рассчитываются по диоксиду азота NO<sub>2</sub>.

Таким образом, для бензиновых двигателей к расчету принимается 5 наименований веществ: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, формальдегид, бенз(а)пирен.

Для дизельных двигателей – 6 наименований веществ: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, сажа, формальдегид, бенз(а)пирен.

*Следует заметить, что когда проводят расчеты выброса от автотранспорта в режиме въезда-выезда с территории предприятия в ходе проведения*

инвентаризации источников загрязнения атмосферы, такие вещества, как формальдегид и бенз(а)пирен, не учитывают.

Таблица 1 - Список веществ, принятых к расчету при исследовании автомагистралей, как источника загрязнения атмосферы города

№	Наименование вещества	Примечания	Агрегатное состояние
1	Оксид углерода	CO	газ
2	Диоксид азота	NO <sub>2</sub>	газ
3	Диоксид серы	SO <sub>2</sub>	газ
4	Углеводороды:	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	газ
5	Сажа	Для дизельных двигателей	твердое
6	Формальдегид		газ
7	Бенз(а)пирен		твердое

### 3 Расчет выбросов движущегося автотранспорта

Выброс *i*-го загрязняющего вещества  $M_{Li}$  (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью  $L$  (км) определяется по формуле:

$$M_{Li} = \frac{L}{3600} \sum_1^k M_{k,i}^n \cdot G_k \cdot \nu_{k,i} \quad (1)$$

$M_{k,i}^n$  (г/км) – удельный пробеговый выброс *i*-го вредного вещества автомобилями *k*-й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по таблице 3; *k* - количество групп автомобилей;  $G_k$  (1/час) - фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из *K* групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения;  $\nu_{k,i}$  - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока ( $V_{k,i}$ , км/час) на выбранной автомагистрали, определяемый по таблице 3; В городе скорость не должна превышать 60 км/час;  $1/3600$  - коэффициент пересчета "час" в "сек";  $L$  (км) - протяженность автомагистрали.

Таблица 2 - Значения удельных пробеговых выбросов  $M_{Li}$  (г/км)

Наименование группы автомобилей	N груп пы	Удельные пробеговые выбросы веществ						
		CO	NO <sub>2</sub>	CH	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	Бенз(а)пирен
Легковые	I	19,0	1,8	2,1	-	0,065	0,006	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Id	2,0	1,3	0,25	0,1	0,21	0,003	-

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА



Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе) и микроавтобусы	II	69,4	2,9	11,5	-	0,20	0,020	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью > 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе)	III	75,0	5,2	13,4	-	0,22	0,022	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы карбюраторные <i>汽油</i>	IV	97,6	5,3	13,4	-	0,32	0,03	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	8,5	7,7	6,0	0,3	1,25	0,21	$6,5 \cdot 10^{-6}$
<i>柴油</i> Автобусы дизельные	VI	8,8	8,0	6,5	0,3	1,45	0,31	$6,7 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобаллонные, работающие на природном газе	VII	39,0	2,6	1,3*	-	0,18	0,002	$2,0 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3 - Значения коэффициентов  $gv_{k,i}$ , учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

$gv_{k,i}$	Скорость движения (V, км/час)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
	1,35	1,28	1,2	1,1	0,5	0,88	0,75	0,63	0,5	0,3	0,45	0,5	0,65

Примечание: для диоксида азота значение  $gv_{k,i}$  принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/час.

Расчет удобно проводить в формате таблицы 4 для каждого вещества по отдельности.

Таблица 4 – Расчет выбросов «название вещества» от движущегося автотранспорта ( $L = \dots$  км,  $V = \dots$  км/час)

Наименование группы автомобилей	Количество автомобилей $G_{k,i}$ (1/час)	Коэффициент учета скорости $gv_{k,i}$	Удельный выброс $M_{k,i}^n$ , г/км	Выброс $M_{k,i}$ , г/с
Легковые <i>汽车</i>				
Легковые дизельные <i>柴油车</i>				
<i>棒</i> Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе) и микроавтобусы				
<i>把</i> Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью > 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе)				
<i>把</i> Автобусы карбюраторные				

Грузовые дизельные				
Автобусы дизельные				
Грузовые газобаллонные, работающие на природном газе				
Итого по всем группам				

После завершения расчетов по всем веществам результаты необходимо свести в сводную таблицу 5.

Таблица 5 - Сводные данные выбросов от движущегося автотранспорта

№	Наименование вещества	Выброс $M_{ij}$ , г/с
1	Оксид углерода	
2	Диоксид азота	
3	Диоксид серы	
4	Углеводороды:	
5	Сажа	
6	Формальдегид	
7	Бенз(а)пирен	
	Итого	

#### 4 Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс  $i$ -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора  $M_{Pi}$  определяется по формуле:

$$M_{Pi} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_{ци}} \sum_{k=1}^{N_{гр}} (M'_{Pi,k} \cdot G_{k,n}), \text{ г/мин}, \quad (2)$$

где  $P$  (мин) - продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет);  $N_{ци}$  - количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;  $N_{гр}$  - количество групп автомобилей;  $M'_{Pi,k}$  (г/мин) - удельный выброс  $i$ -го ЗВ автомобилями,  $k$ -ой группы, находящихся в "очереди" у запрещающего сигнала светофора (таблица 6);  $G_{k,n}$  - количество автомобилей  $k$ -ой группы, находящихся в "очереди" в зоне перекрестка в конце  $n$ -го цикла запрещающего сигнала светофора.

Значения  $M'_{Pi,k}$  определяются по таблице 6, в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения



автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения  $P$ ,  $N_{II}$ ,  $G_k$  - определяют по результатам натурных обследований. Расчет удобно проводить в формате таблицы 7 для каждого вещества по отдельности.

Таблица 6 - Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка

Наименование группы автомобилей	N группы	выбросы г/мин						
		CO	NO <sub>2</sub>	CH	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	Бенза(а)пирен 10 <sup>6</sup>
▲ Легковые бензиновые	I	3,5	0,05	0,25	-	0,01	0,0008	2,0
▲ Легковые дизельные	Id	0,13	0,08	0,06	0,035	0,04	0,0008	-
▲ Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе) и микроавтобусы	II	6,3	0,075	1,0	-	0,02	0,0015	4,0
▲ Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью > 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе)	III	18,4	0,2	2,96	-	0,028	0,006	4,4
▲ Автобусы карбюраторные	IV	16,1	0,16	2,64	-	0,03	0,012	4,5
▲ Грузовые дизельные	V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	6,3
▲ Автобусы дизельные	VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	6,4
▲ Грузовые газобаллонные, работающие на природном газе	VII	6,44	0,09	0,26*	-	0,01	0,0004	3,6

Таблица 7 - Расчет выбросов «название вещества» на перекрестке (P (мин) = .....; N<sub>II</sub> = ...)

Наименование группы автомобилей	Количество автомобилей в «очереди» на перекрестке G <sub>к,п</sub>	Удельный выброс M <sub>гг,к</sub> * (г/мин)	Выброс M <sub>гг</sub> , г/с
Легковые			
Легковые дизельные			
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе) и микроавтобусы			
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью > 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе)			
Автобусы карбюраторные			
Грузовые дизельные			
Автобусы дизельные			
Грузовые газобаллонные, работающие на природном газе			
Итого по всем группам			

После завершения расчетов по всем веществам результаты необходимо свести в сводную таблицу 8.

Таблица 8 - Сводные данные выбросов на перекрестке

№	Наименование вещества	Выброс $M_{L_i}$ , г/с
1	Оксид углерода	
2	Диоксид азота	
3	Диоксид серы	
4	Углеводороды:	
5	Сажа	
6	Формальдегид	
7	Бенз(а)пирен	
	Итого	

### 5 Анализ полученных результатов

После сбора исходной информации методом натуральных наблюдений, выполнения расчетов выбросов от линейной части магистрали и от перекрестка, полученный результат следует представить в форме таблицы 9.

Суммарный выброс  $M$  (г/с) равен:

$$M = M_{L_i} + M_{П_i} \quad (3)$$

Таблица 9 – Выбросы от автомагистрали

№	Наименование вещества	Выбросы, г/с		Суммарный выброс (3+4) $M$	Вклад, %
		улица $M_{L_i}$	перекресток $M_{П_i}$		
1	2	3	4	5	6
1	Оксид углерода				
2	Диоксид азота				
3	Диоксид серы				
4	Углеводороды:				
5	Сажа				
6	Формальдегид				
7	Бенз(а)пирен				100
	Итого: г/с				100
	%				
	В т. ч. твердые,				
	Газообразные				

ПРИЛОЖЕНИЕ

Формы представления исходных данных

РАБОТА  
 по дисциплине «Экологическая безопасность»