МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Методические указания к выполнению практических занятий для студентов
направления 280700.62 «Техносферная безопасность»,
специальности 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства»,
специализация «Автомобили и тракторы»

Курган 2015

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплина «Безопасность и экологичность транспортных систем»
направления 280700.62 « Техносферная безопасность»
«Экология транспорта»
специальности 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства»,
специализация «Автомобили и тракторы»

Составил: доцент, канд. техн. наук С.К. Белякин

Утверждены на заседании кафедры « 26 » ноября 2014 г.

Рекомендованы методическим советом университета «20» декабря 2014г.

Введение

Экологическая ситуация в Курганской области, как и в ряде других регионов России, характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на окружающую среду. Загрязненность воздуха в городе превышает нормативные значения и ежегодно увеличивается. Одна из причин – увеличение количества автотранспорта при низкой пропускной способности дорог.

Условия дорожного движения на городских территориях постоянно усложняются. Ежегодно прирост интенсивности движения составляет 10–20%, а увеличение пропускной способности улично-дорожной сети за этот период не превышает 5%.

Средняя скорость движения транспорта за последние 5 лет снизилась на многих участках улично-дорожной сети почти на 40% и составляет в мегаполисах 15-30км/ч, в крупных городах 20–40км /ч, а в часы «пик» падает до 5–10км /ч [1].

Обозначенная проблема может иметь далеко идущие социальные, экономические, экологические последствия не только на муниципальном, но и на государственном уровне. Это, прежде всего, ухудшение режимов движения транспортных потоков, что сказывается на эмоциональном напряжении участников движения, проявляется в виде возникновения большого количества аварийных ситуаций и, в конечном счете, приводит к общему существенному падению экономической эффективности транспортного процесса и чрезмерной экологической нагрузке на окружающую среду [2].

Целью данной работы является анализ влияния транспортных потоков на окружающую среду и разработка мероприятий по повышению экологической безопасности автотранспортной системы.

1 АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Улица Коли Мяготина − одна из основных транспортных магистралей города, это самая протяженная улица в городе – ее длина более 5,5 км. Кроме этого, она пересекает центр города, поэтому характеризуется высокой интенсивностью как транспортных, так и пешеходных потоков.

Интенсивность транспортных средств в утренние часы колеблется от 795 до 2480 авт./ч, в дневные часы – от 534 до 2258 авт./ч, в вечерние часы – от 423 до 2299 авт./ч. Что касается пеших потоков, то их интенсивность в утренние часы составляет примерно от 59 до 479 пеш./ч, в дневные часы – от 119 до 470 пеш./ч, в вечерние часы – от 157 до 659 пеш./ч.

Один из самых интенсивных и загрязненных перекрестков г. Кургана расположен на пересечении улиц К. Мяготина и Ленина.

В ходе проведения анализа транспортных потоков получают данные, отображающие пропускную способность проезжей части, состав транспортного потока, интенсивность движения на перекрестках и перегонах, а также уровень загрузки проезжей части.

Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нем транспортных средств различного типа. Этот показатель в значительной степени оказывает влияние на все параметры дорожного движения. Состав транспортного потока влияет на загрузку дорог, что объясняется прежде всего существенной разницей в габаритных размерах автомобилей. Если длина легковых автомобилей в среднем 4−5м, грузовых 6−8 м, то длина автобусов достигает 11м. Однако разница в габаритных размерах не является единственной причиной необходимости специального учета состава потока при анализе интенсивности движения. При движении в транспортном потоке важна разница не только в статическом, но и в динамическом габарите автомобиля, который зависит в основном от времени реакции водителя и тормозных качеств транспортных средств.

Под пропускной способностью дороги понимают максимально возможное число автомобилей, которое может пройти через сечение дороги за единицу времени. Пропускная способность проезжей части определяется пропускной способностью наиболее узкого ее участка. На пропускную способность влияет скорость движения потока, число полос.

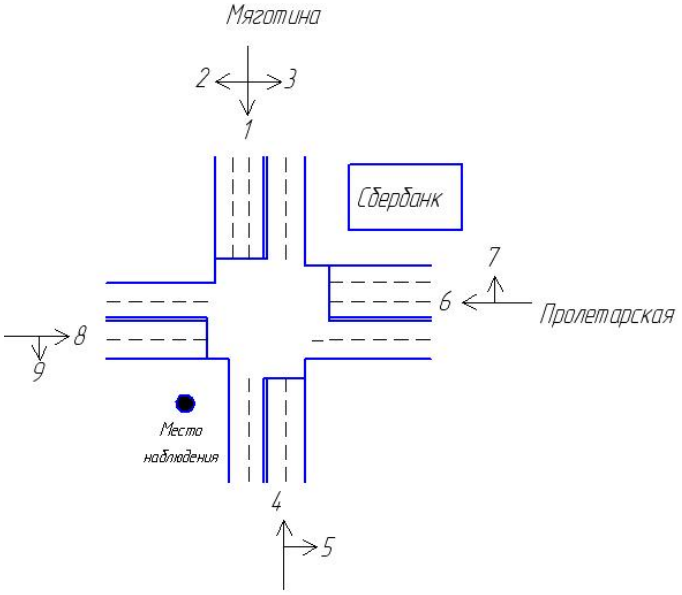


Рисунок 1 − План перекрестка улиц К. Мяготина - Пролетарская с обозначением транспортных потоков (время проведения обследования 13:00)

2 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГОРОДА

2.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух транспортных потоков на перекрестках

В районе перекрестка автомобилем выбрасывается наибольшее количество загрязняющих веществ (ЗВ) за счет торможения и остановки перед запрещающим сигналом светофора, работе двигателя на холостом ходу и последующего движения в режиме разгона по разрешающему сигналу светофора.

Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка проводится в соответствии с «Методикой определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга» [3]. 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).

Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

оксид углерода (CO) − код 0337;

оксиды азота NO_x (в перечете на диоксид азота) − код 0301;

углеводороды (CH);

сажа − код 0328;

диоксид серы (SO_2) − код 0330;

формальдегид − код 1325;

бенз(а)пирен − код 0703.

Выброс *i*-го ЗВ в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора *M* определяется по формуле:

$$M_{П_i} = \frac{P}{40} \sum_{n-1}^{N_Ц} \sum_{k-1}^{N_{гр}} (M'_{П_{i,k}} \cdot G_{k,n}), \text{ г/мин} \qquad (1)$$

где P (мин) – продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет);

$N_Ц$ – количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20−минутный период времени;

$N_{гр}$ – количество групп автомобилей, движущихся в данных направлениях;

$M'_{П_{i,k}}$ (*г/мин*) – удельный выброс *i* −го ЗВ автомобилями, *k* −ой группы, находящихся в «очереди» у запрещающего сигнала светофора;

$G_{k,n}$ – количество автомобилей *k* группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце *n* −го цикла запрещающего сигнала светофора (принимается исходя из натурных наблюдений, допускается принять равным 0,5 −1 от проезжающих автомобилей за один цикл светофора) [3].

Исходные данные, полученные в результате проведенных натурных наблюдений, для расчета выбросов ЗВ на пересечении улиц К. Мяготина и Пролетарская приведены в таблице 1. Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка, $M'_{П_{i,k}}$, определяются по таблице 2.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета выбросов ЗВ

Направ-ление	Р, мин	N ц	Количество автомобилей в потоке по группам, за 20 мин						
			I	Iз	II	III	IV	V	VI
123	0,816	16	384	674	25	4	6	21	8
45	1,016	16	269	538	*20*	*3*	3	6	*7*
67	0,75	16	377	796	3	0	0	2	0
89	0,75	16	272	550	2	0	0	0	0

Таблица 2 − Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка $M'_{П_{i,k}}$

Наименование групп автомобилей	Номер группы	Выброс, *г/мин*						
		CO	NO_2	CH	Сажа	SO_2	Формаль−дегид	Бенз(а)−пирен
Легковые отечественные	Io	0,8	0,02	0,12	0,02	0,006	0,0005	$0{,}4\cdot10^{-6}$
Легковые зарубежные	Iз	0,3	0,01	0,05	0,01	0,006	0,0003	$0{,}2\cdot10^{-6}$
Микроавтобусы и автофургоны	II	2,0	0,04	0,25	0,04	0,012	0,0011	$0{,}8\cdot10^{-6}$
Автобусы бензиновые	III	4,0	0,08	0,9	−	0,009	0,4	$1{,}2\cdot10^{-6}$
Автобусы дизельные	IV	1,1	0,11	0,6	0,2	0,015	0,0025	$1{,}6\cdot10^{-6}$
Грузовые бензиновые до 3,5 т (включая работающие на сжиженном газе)	V	6,3	0,12	1,2	−	0,009	0,005	$4{,}0\cdot10^{-6}$
Грузовые дизельные < 12 т	VI	1,5	0,12	0,6	0,23	0,02	0,0025	$2{,}0\cdot10^{-6}$
Грузовые дизельные > 12 т	VII	12,0	8,0	6,5	0,5	0,12	0,03	$2{,}5\cdot10^{-6}$

Рассчитаем выбросы по каждому направлению движения по формуле 1, определяем общее количество выбросов каждого ЗВ на всем перекрестке суммируя одноименные ЗВ, результаты расчетов оформляем в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Выбросы ЗВ на пересечении улиц К. Мяготина и Пролетарская

Выброс загрязняющего вещества, *г/с*						
CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Бенз(а)пирен $*10^{-6}$
0,0763	0,0020	0,0121	0,0020	0,0007	0,0002	0,0409

2.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух транспортных потоков на перегонах

Расчет выбросов автотранспорта от движущегося автотранспортного потока на перегоне проводится по формуле:

$$M_{L_i} = \frac{L}{3600}\sum_{1}^{k} M_{k,i}^{П} \cdot G_k \cdot k_{V_{k,i}}, \text{ г/с}, \qquad (2)$$

где $M_{k,i}^{П}$ (*г/км*) – пробеговый выброс i −го вредного вещества автомобилями k −й группы для городских условий эксплуатации;

k − количество групп автомобилей;

G_k (*1/час*) – фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из *К* групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения (допускается принять равной сумме входящих и выходящих из перекрестка потоков на рассматриваемом участке);

$k_{V_{k,i}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока ($k_{V_{k,i}}$ (км/час) на выбранном участке дороги);

L (км) – протяженность автомагистрали (или ее участка) из которого исключена длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования) [3].

Рассмотрим перегон на улице Пролетарская от ул. К. Мяготина до ул. Гоголя. Исходные данные для расчета приведены в таблице 4. Значения коэффициентов $k_{V_{k,i}}$ приведены в таблице 5. Значения пробеговых выбросов $M_{k,i}^{П}$ (г/км) для различных групп автомобилей определяются по таблице 6. Средняя скорость движения транспортного потока по результатам натурных исследований составляет 45 км/ч.

Таблица 4 – Исходные данные для расчета выбросов ЗВ на перегоне

L, км	k_v	k_v (NO_2)	k	Фактическая наибольшая интенсивность движения, авт./ч					
				Io	Iз	II	III	IV	V
0,175	0,63	1	6	1120	982	38	6	6	0

Таблица 5 − Значения коэффициентов $k_{V_{k,i}}$, учитывающих изменение количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

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

Примечание: для диоксида азота значение $k_{V_{k,i}}$ принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/ч [3].

Таблица 6 − Значения пробеговых выбросов $M_{k,i}^{П}$ (г/км) для различных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	Номер группы	Выброс, *г/км*						
		CO	NO_2	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Бенз(а)−пирен
Легковые отчественные	Io	5,0	1,3	1,1	0,03	0,03	0,005	$0{,}4\cdot10^{-6}$
Легковые зарубежные	Iз	2,0	0,7	0,4	0,02	0,03	0,002	$0{,}2\cdot10^{-6}$
Микроавтобусы и автофургоны	II	12,0	2,0	2,5	0,08	0,06	0,011	$0{,}8\cdot10^{-6}$
Автобусы бензиновые	III	35,0	5,2	8,5	−	0,04	0,04	$1{,}2\cdot10^{-6}$
Автобусы дизельные	IV	7,0	6,0	5,0	0,3	0,07	0,025	$2{,}0\cdot10^{-6}$
Грузовые бензиновые до 3,5 т (включая работающие на сжиженном газе)	V	60,0	5,2	10,0	−	0,05	0,05	$4{,}0\cdot10^{-6}$
Грузовые дизельные < 12 т	VI	9,0	7,0	5,5	0,4	0,1	0,025	$2{,}0\cdot10^{-6}$
Грузовые дизельные > 12 т	VII	12,0	8,0	6,5	0,5	0,12	0,03	$2{,}4\cdot10^{-6}$

Рассчитаем выбросы ЗВ на перегоне по формуле 2, результаты расчетов оформляем в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Выбросы ЗВ на перегоне улицы Пролетарская от ул. К. Мяготина до ул. Гоголя.

Выброс загрязняющего вещества, *г/с*						
CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Бенз(а)пирен $*10^{-6}$
0,256	0,0068	0,039	0,0068	0,0025	0,00069	0,1356

Для сравнения существующих выбросов загрязняющих веществ с предельно допустимой концентрацией необходимо произвести расчет рассеивания ЗВ от автотранспорта на различном удалении от дороги с помощью «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД −86» [6].

2.3 Оценка физических воздействий на окружающую среду транспортных потоков

Уровень шума транспортного потока определяется интенсивностью и составом потока, прежде всего, долей грузовых автомобилей в потоке. Увеличение средней скорости транспортного потока однозначно приводит к повышению уровня шума.

Для территории жилой застройки допустимый уровень шума согласно [4] в дневное время составляет 55 дБА, ночное – 45 дБА, максимальные уровни звука в дневное время 70 дБА, ночное – 60 дБА.

Расчет эквивалентного уровня шума от автотранспорта производим методом расчета ожидаемых уровней транспортного шума в соответствии с «Пособием к МГСН 2.04 −97 Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий».

Исходным параметром для расчета эквивалентного уровня звука, создаваемого у фасада здания потоком средств автомобильного транспорта (включая автобусы и троллейбусы), является шумовая характеристика потока $L_{Aэкв}$ в дБА, определяемая по ГОСТу 20444 −85 на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспорта.

Эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$ на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспорта определяется по формуле [5]:

$$L_{Aэкв} = 10\lg Q + 13{,}3\lg V + 4\lg(1+\rho) + \Delta L_{A1} + \Delta L_{A2} + 15, \text{ дБА}, \quad (3)$$

где Q − интенсивность движения, ед./ч;
V − средняя скорость потока, км/ч;
ρ − доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, %;

ΔL_{A1} − поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части дороги, дБА, (при асфальтобетонном покрытии ΔL_{A1} = 0 дБА, при цементобетонном покрытии D $L_{A\,1}$ = +3 дБА);
ΔL_{A2} − поправка, учитывающая продольный уклон дороги, дБА, определяется по таблице 8.

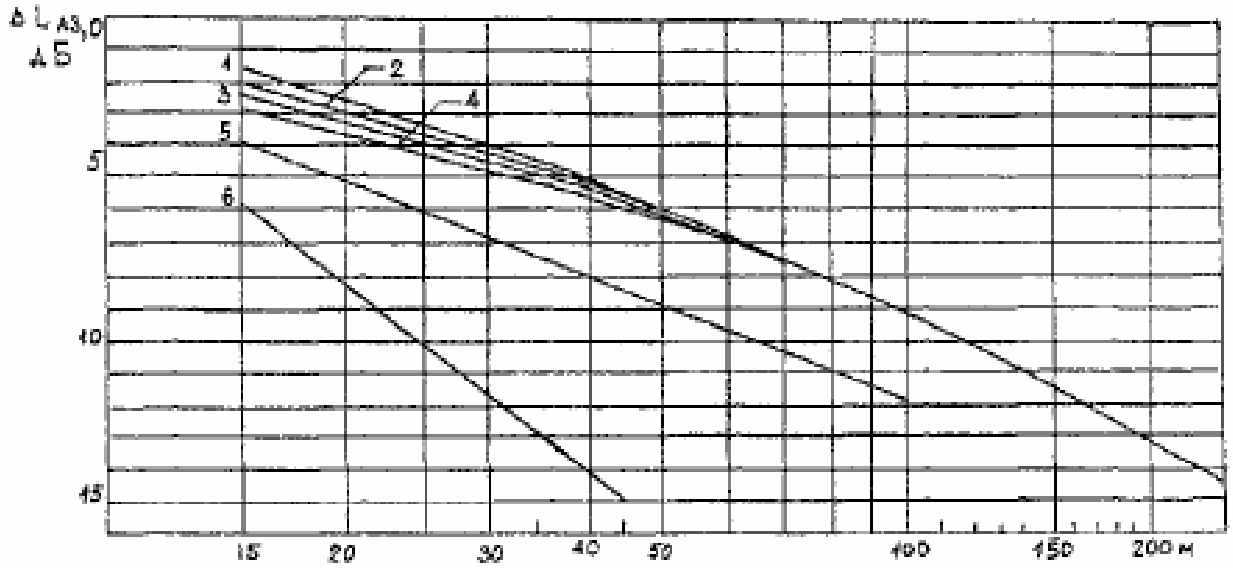
Таблица 8 − Поправка ΔL_{A2}, учитывающая продольный уклон улицы или дороги

Продольный уклон улицы или дороги, %	ΔL_{A2}				
	Доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, %				
	0	5	20	40	100
2	0,5	1	1	1,5	1,5
4	1	1,5	2,5	2,5	3
6	1	2,5	3,5	4	5
8	1,5	3,5	4,5	5,5	6,5
10	2	4,5	6	7	8

Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{A\,экв.тер.2}$, создаваемый потоком средств автомобильного транспорта в расчетной точке, определяется по формуле:

$$L_{Aэкв.тер2} = L_{Aэкв} - \Delta L_{A3} + \Delta L_{A4}, \text{ дБА}, \quad (4)$$

где ΔL_{A3} − снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения транспорта до расчетной точки, дБА, определяемое по рисунку 2;
ΔL_{A4} − поправка, учитывающая влияние отраженного звука, дБА, определяемая по таблице 9, в зависимости от отношения $h_{р.т.}$ /В, где $h_{р.т.}$ − высота расчетной точки над поверхностью территории ($h_{р.т.}$ = 12 м), В – ширина улицы, м.



Расстояние от проезжей части улицы
1 − улица, 2 полосы движения; 2 − улица, 4 полосы движения; 3 − улица, 6 полос движения; 4 − улица, 8 полос движения; 5 − трамвай (LA экв.), 6 − трамвай (LA макс.)
Рисунок 2 − Снижение уровня звука с расстоянием

Таблица 9 − Поправка ΔL_{A4}, учитывающая влияние отраженного звука

Тип застройки	Односторонняя	Двусторонняя				
		отношение $h_{р.т.}$ / В				
		0,05	0,25	0,4	0,55	0,7
ΔL_{A4}, дБА	1,5	1,5	2,0	2,5	3	3,5

Производим расчет уровня звука на 1 перегоне улицы Пролетарская от ул. К.Мяготина до ул. Гоголя. Исходные данные для расчета в таблицах 5, 10.

Таблица 10 − Исходные данные расчет уровня звука

Q, ед./ч	*V, км/ч*	*ρ, %*	ΔLA1, дБА	ΔLA2, дБА	В, м	ΔLA4, дБА
2152	*45*	*6,9*	0	1	45	2,0

1 Рассчитаем эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$, создаваемого потоком средств автомобильного транспорта, по формуле (3). Полученные значения округляем до целого числа:

$L_{Aэкв}$ = 10lg2152 + 13,3lg 45 + 4lg (1 + *6,9*) + 0 + 1 +15 = 74 дБА.

2 Рассчитаем ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{A\ экв.тер.2}$, создаваемый потоком средств автомобильного транспорта, по формуле (4):

1) На расстоянии 15 м ΔL_{A3} = 2 дБА:
$L_{Аэкв.тер2}$ = 74 − 2 + 2 = 74дБА;
2) На расстоянии 20 м ΔL_{A3} = 3 дБА:
$L_{Аэкв.тер2}$ = 74– 3 + 2 = 73 дБА;
3) На расстоянии 40 м ΔL_{A3} = 5,2 дБА:
$L_{Аэкв.тер2}$ = 74– 5,2 + 2 = 71 дБА;
4) На расстоянии 50 м ΔL_{A3} =6,2 дБА:
$L_{Аэкв.тер2}$ = 74– 6,2 + 2 = 70 дБА;
5) На расстоянии 100 м ΔL_{A3} =9 дБА:
$L_{Аэкв.тер2}$ = 74– 9 + 2 = 67 дБА;
6) На расстоянии 200 м ΔL_{A3} = 13,2 дБА:
$L_{Аэкв.тер2}$ = 74– 13,2 + 2 = 63 дБА.

Таблица 11 − Результаты расчета уровня звука на перекрестке

Наименование участка дороги	$L_{Аэкв}$, дБА	$L_{Аэкв.тер2}$					
		15 м	20 м	40 м	50 м	100 м	200 м
Пролетарская от ул. К.Мяготина до ул. Гоголя	74	74	73	71	70	67	63

По полученным значениям строим диаграммы снижения уровня звука на удалении от дороги. Сравниваем полученные значения с нормативными (рисунок 3).

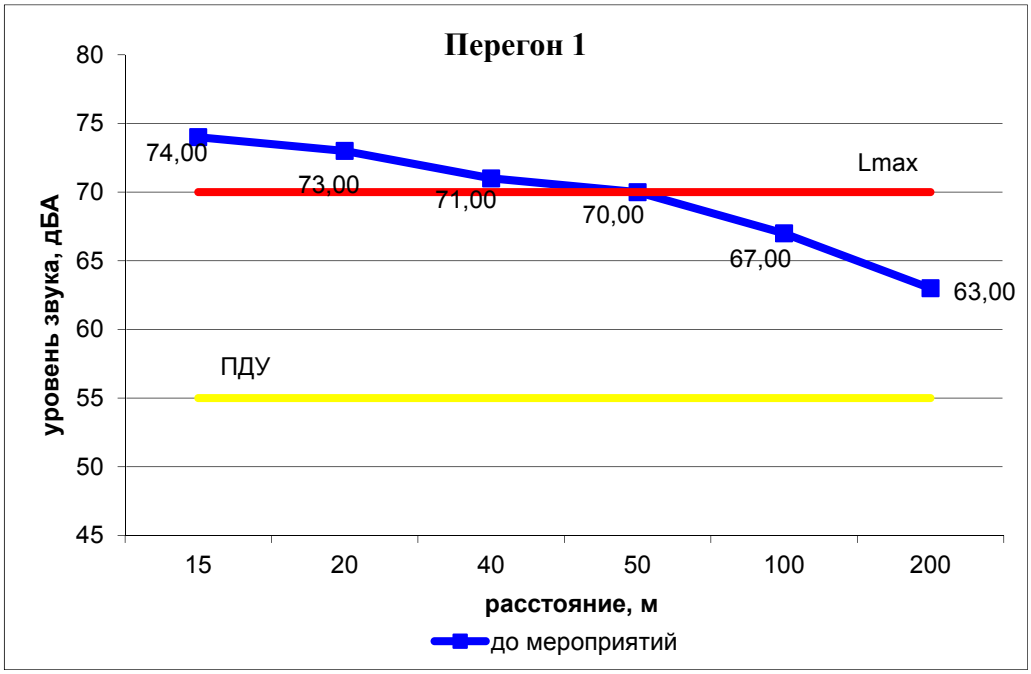


Рисунок 3 – Снижение уровня звука с удалением от ул. Пролетарская

3 ЗАДАНИЕ для выполнения работы:

1 Выполнить расчет выбросов загрязняющих веществ на перекрестке для заданных направлений, М, г/с.

2 Выполнить расчет пробеговых выбросов загрязняющих веществ по направлениям, г/мин.

3 Выполнить расчет шума для перегонов.

4 Выполнить расчет шума для перекрестков.

5 Сделать выводы по работе.

Список использованных источников

1 Пугачёв, И. Н. Организация и безопасность дорожного движения : учебное пособие для вузов / И. Н. Пугачёв, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. — М. : Академия, 2009.

2 Жданов, В. Л. Экологические проблемы автомобильного транспорта в городах : учебное пособие / В. Л. Жданов. − Кемерово : Кузбасский гоударственый технический университет, 2012.

3 Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт −Петербурга : утверждена Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 8.12.2005 №309 −р. http://eco.com.ua/content/metodika-opredeleniya-vybrosov-vrednyh-zagryaznyayushchih-veshchestv-v-atmosfernyy-vozduh-ot

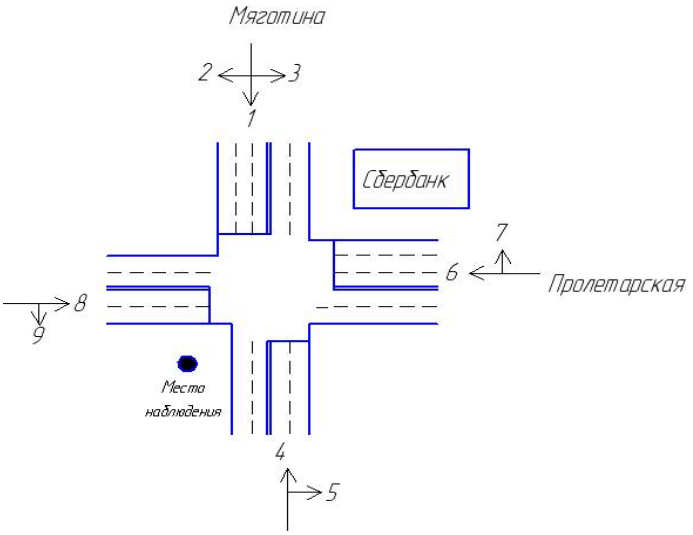
4 СН 2.2.4/2.1.8.562 −96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).

5 Пособие к МГСН 2.04 −97 Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий. – НИИСФ; МНИИТЭП, 1999.

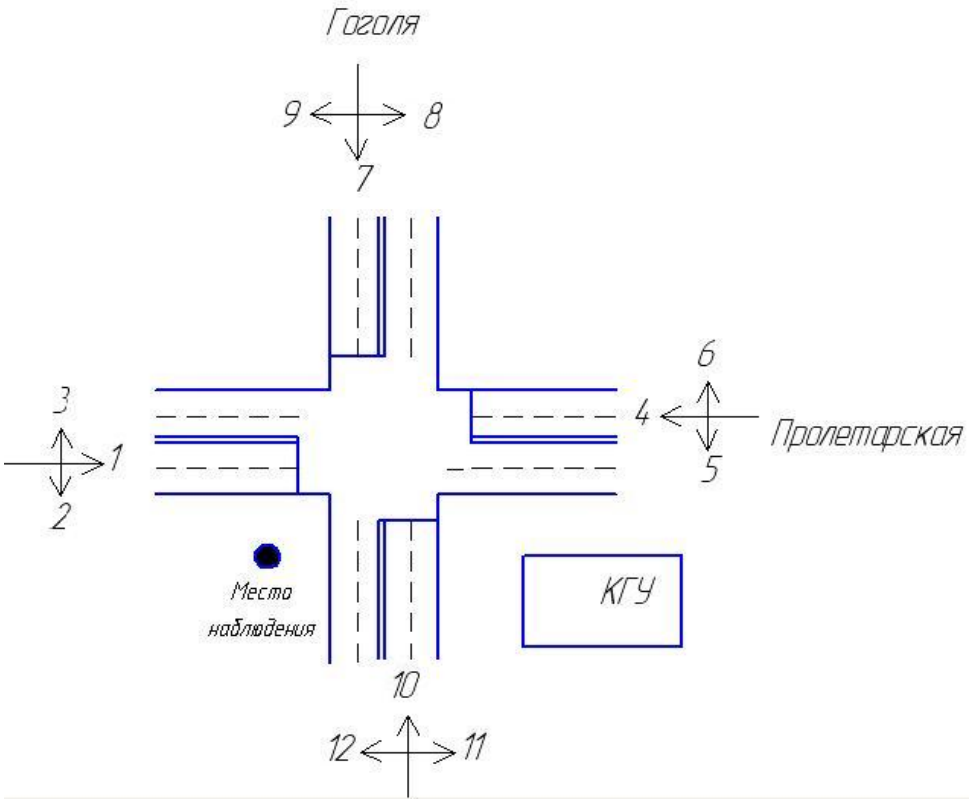
6 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий : Общесоюзный нормативный документ ОНД −86. − Л. : Гидрометеоиздат, 1987.

Приложение А
Исходные данные для выполнения работы

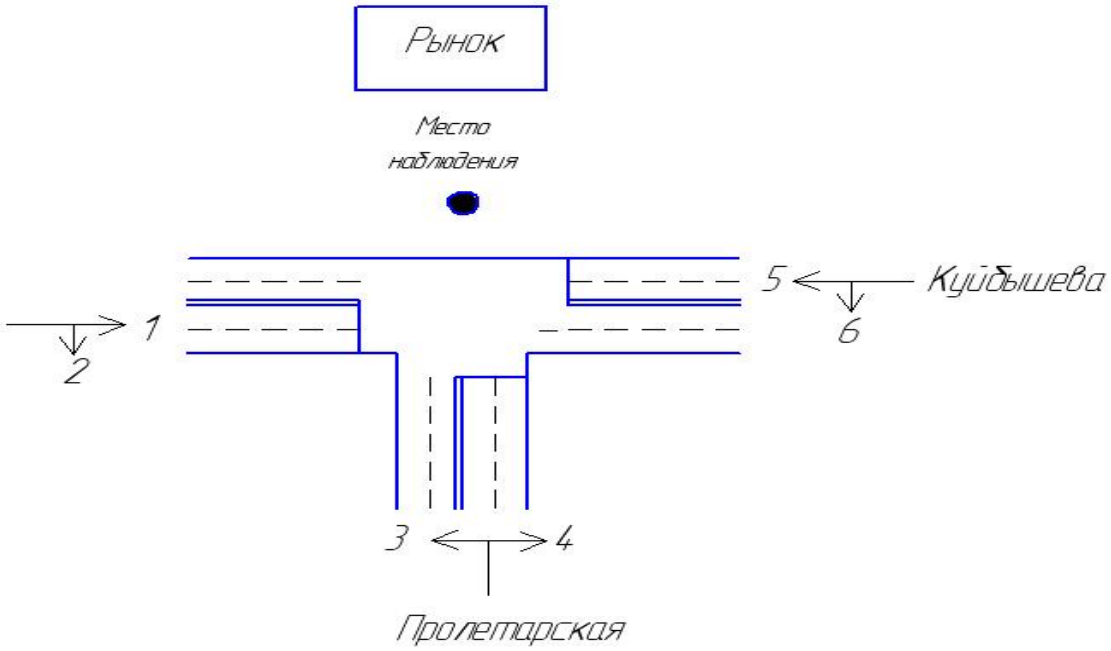
Вариант 1



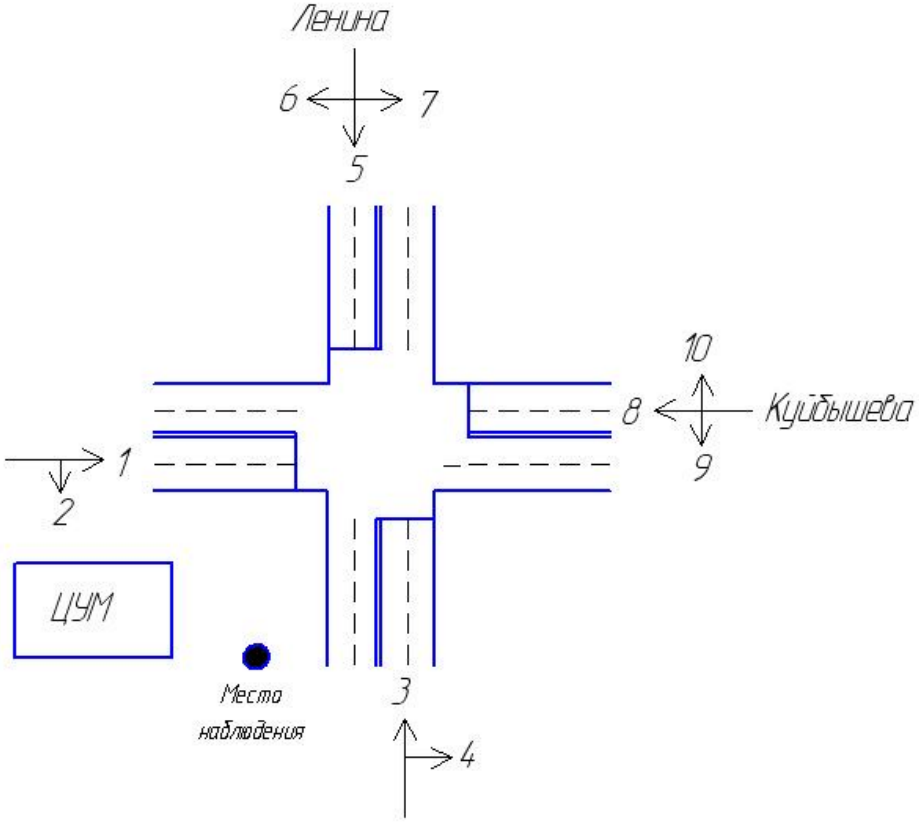
Вариант 2



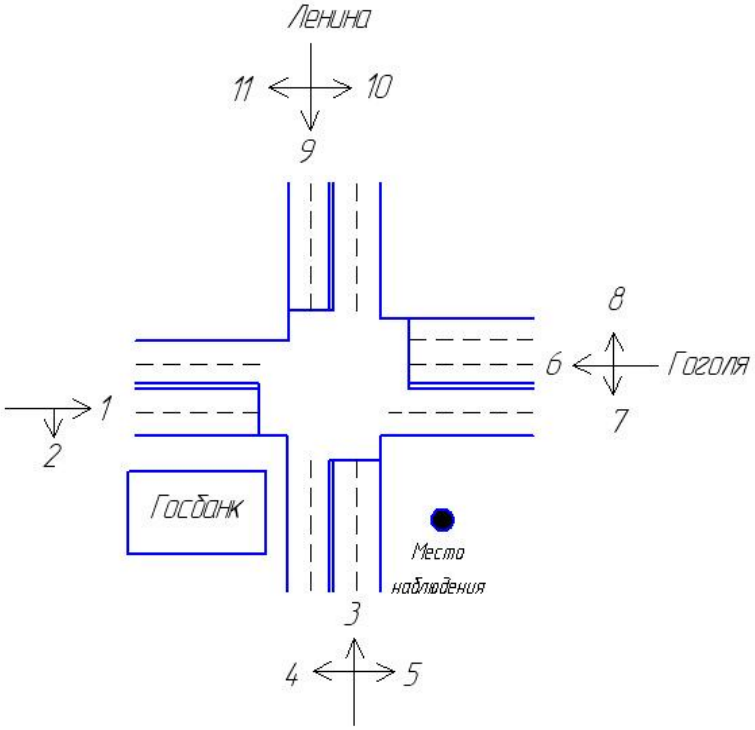
Вариант 3



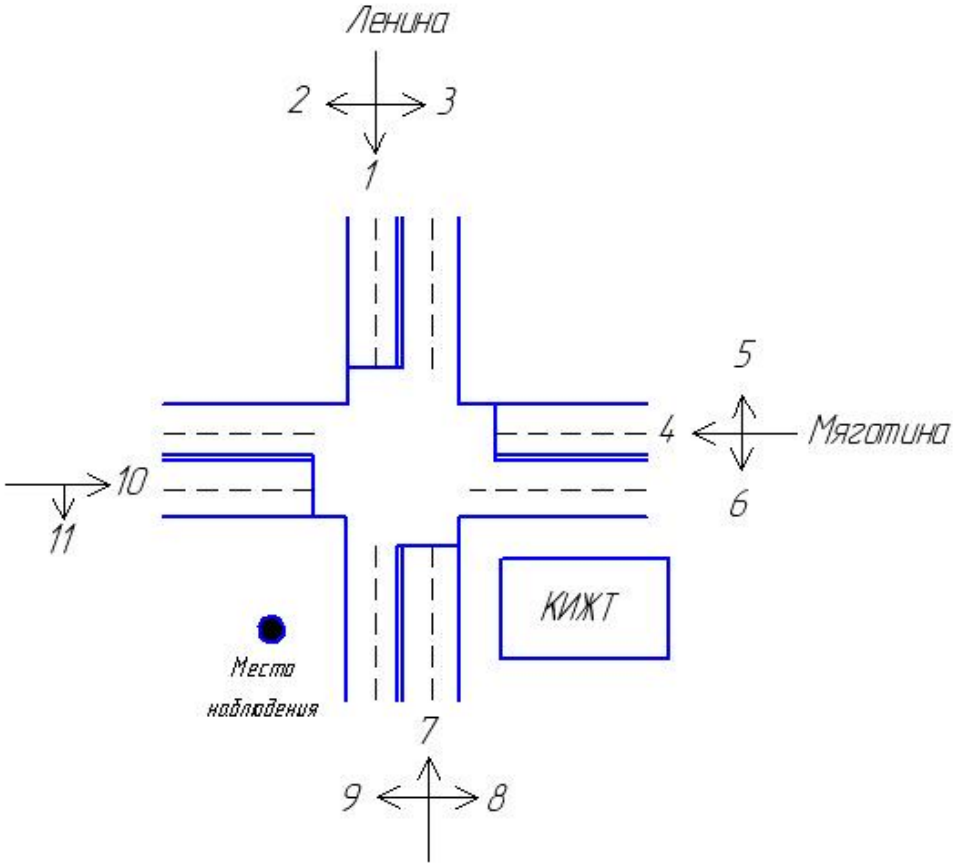
Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6



Белякин Сергей Константинович

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Методические указания к выполнению практических занятий
для студентов направления 280700.62 «Техносферная безопасность»,
специальности 190109.65 «Наземные транспортно −технологические средства»,
специализация «Автомобили и тракторы»

Редактор Е. А. Могутова

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м^2
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,25	Уч. − изд. л. 1,25
Заказ	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4
Курганский государственный университет.