

**У. Р. ДАВЛЯТОВ** КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика  
uluk-2000@mail.ru.

**U. R. DAVLYATOV** KSTU n.a. I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic

**С. Ю. ДРЕСВЯННИКОВ** КГТУ им. И. Раззакова Бишкек, Кыргызская Республика  
sergeydres@mail.ru

**S. Y. DRESVIANNIKOV** KSTU n.a. I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТОМ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ГОРОДОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

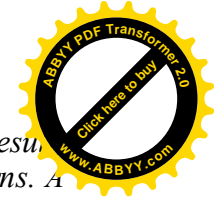
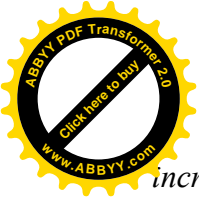
### **DEVELOPMENT OF THE INVENTORY METHOD OF POLLUTION SUBSTANCES INVENTION BY MOTOR TRANSPORTATION IN ATMOSPHERIC AIR OF CITIES AND POPULATIONS**

*Макалада автомобилдештируу менен шаарлардын жана калктуу конуштардын айлана-чөйрөсүн булгоочу автоунаалардан чыккан заттардын көбөйүш көйгөйлөрү каралган. Зыяндуу заттардын бензиндик жана дизельдик кыймылдаткычтардан чыгышын чектөө боюнча нормативдик-укуктук актылар каралган. Зыяндуу заттардын чыгышын эсептөө боюнча чет өлкөлүк тажрыйбалар, так айтканда ЕМЕП/CORINAIR Atmospheric Emission жана Россия Федерациясынын тажрыйбасын талдоонун жыйынтыктары келтирилген. Авторлор зыяндуу заттардын чыгышын төмөндөтүү боюнча иш чараларды негиздөө жана салыштыруу үчүн өздөрүнүн ыкмаларын сунушташат. Сунушталган ыкма автоунаалар шаарлардын жана калктуу конуштардын жолдорунда баратканда, алардан иштелип чыккан газдардагы булгоочу заттарды эсептеп чыгууга мүмкүнчүлүк берет. Эсептөөнүн негизине бааштапкы маалымат катары транспорттук агымдын интенсивдүүлүгү, тыгыздыгы, ылдамдыгы жана курамы алынган. Сунушталган ыкманын Кыргыз Республикасында мамлекеттик деңгээлде ишке киргизүү мүмкүнчүлүгү каралып жатат.*

**Өзөк сөздөр:** автомобилдештируу деңгээли, шаардын айлана-чөйрөсү, автомобилдик транспорт, булгоочу заттар, тизмелөө, автоунаалардан зыяндуу заттардын чыгуусун чектөө, эсептөө ыкмасы, транспорт агымы, кыймылды уюштуруу.

*В статье рассматриваются проблемы современной растущей автомобилизации и как следствие повышенный выброс загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферный воздух городов и населенных пунктов. Рассмотрен ряд нормативно-правовых актов по нормативам выбросов вредных веществ от бензиновых двигателей автомобиля и дизелей. Представлены результаты анализа зарубежного опыта по расчетам вредных выбросов в частности ЕМЕП/CORINAIR Atmospheric Emission и Российской Федерации. Авторами для обоснования и сравнения различных мероприятий по снижению вредных выбросов предлагается собственная разработанная методика. Методика позволяет рассчитать выбросы загрязняющих веществ, выделяемых с отработавшими газами автотранспортных средств, при движении по участку улично-дорожной сети города или населенного пункта. В основу расчета в виде исходных данных взяты интенсивность, плотность, скорость и состав транспортных потоков. Рассматривается возможность внедрения методики на государственном уровне в Кыргызской Республике.*

**Ключевые слова:** уровень автомобилизации, атмосфера города, автомобильный транспорт, загрязняющие вещества, инвентаризация, нормативы выбросов, методика расчетов, транспортный поток, организация движения.



*The article deals with the problems of modern growing automobilization and, as a result, increased emissions of pollutants by motor transport into the atmospheric air of cities and towns. A number of legal acts on the standards for emissions of harmful substances from gasoline engines of the car and diesel engines. The results of the analysis of foreign experience in calculations of harmful emissions, in particular, EMEP / CORINAIR Atmospheric Emission and the Russian Federation are presented. The authors propose to develop and compare various measures to reduce harmful emissions of their own developed methodology. The method allows you to calculate emissions of pollutants emitted from the exhaust gases of motor vehicles, while driving on a section of the road network of a city or locality. The calculation in the form of source data is based on the intensity, density, speed and composition of traffic flows. The possibility of implementing the methodology at the state level in the Kyrgyz Republic is being considered.*

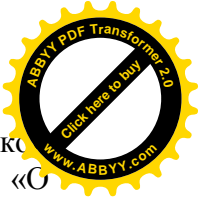
**Key words:** level of motorization, city atmosphere, road transport, pollutants, inventory, emission standards, calculation methods, traffic flow, traffic organization.

**Введение.** В настоящее время процессы увеличения подвижности населения и благосостояния граждан ведут к значительному увеличению уровня автомобилизации. Особенно данные возмущения касаются городов и населенных пунктов, где наряду с положительными моментами наблюдаются и отрицательные результаты массовости накопления автотранспортных средств. Наблюдается регулярное загрязнение атмосферного воздуха городов и населенных пунктов вредными веществами, выбрасываемыми с отработавшими газами автотранспортных средств. Остановить процесс загрязнения невозможно - в таком случае пришлось бы массово отказаться от автотранспортных средств, работающих на двигателях внутреннего сгорания и перейти на автотранспортные средства на других видах энергии. А вот снижение данного загрязнения до значений, так называемых предельно-допустимых концентраций, находится в поле зрения достаточно большого количества специалистов различного профиля. В этой команде должны работать в тесном сотрудничестве работники заводов-изготовителей автотранспортных средств, сотрудники предприятий автомобильного транспорта, сотрудники отделов безопасности движения, сотрудники природоохранных ведомств, сотрудники архитектурно-строительных организаций, сотрудники дорожных служб и эксплуатационных управлений, сотрудники учебных и научных организаций и учреждений и др.

На наш взгляд, только такое объединение творческих усилий большого коллектива специалистов должно создать реальные предпосылки изменения ситуации с вредными выбросами в атмосферный воздух городов и населенных пунктов в лучшую сторону. Авторы предлагают принять к общему употреблению разработанную ими методику инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферный воздух городов и населенных пунктов на территории Кыргызской Республики. Данная методика позволяет применить общий подход к проблеме загрязнения с учетом всех факторов, выделить основные доминантные факторы, отбросить второстепенные. Такого рода подход позволяет оценивать существующее положение, определять степень эффективности вводимых мероприятий по снижению вредных выбросов, а также спрогнозировать ситуацию при многовариантном изменении факторов, влияющих на выбросы.

**Материалы и методика.** Процесс образования вредных веществ в автотранспортных средствах достаточно хорошо изучен. Изучено также распространение вредных веществ на примагистральных территориях, а также законы изменения их концентрации во времени [1, 2, 3].

Подробнее остановимся на нормативах выброса вредных веществ автотранспортными средствами. В нашей республике действуют нормативы на выброс вредных веществ с отработавшими газами в виде стандартов - ГОСТов. А именно, стандарт - ГОСТ 17.2.2.03-87 [4] регулирующий нормы вредных выбросов бензиновых двигателей по двум компонентам - окись углерода CO и углеводородов C<sub>n</sub>H<sub>x</sub> (табл. 1), и ГОСТ 21393-75 [5], устанавливающий нормы дымности для автотранспортных средств с установленным дизельным двигателем (табл. 2).



Начиная с 12 февраля 2016 года с последующим годом отсрочки в Кыргызской Республике вступают в силу требования технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» от 2011 года [6]. Эти нормы меняют привычный подход к выбросам вредных веществ и устанавливают нормы выбросов уже трех компонентов - окиси углерода CO, окиси азота NO<sub>x</sub> и углеводородов CH<sub>x</sub>, но, с учетом экологических классов автотранспортных средств (табл. 3).

Таблица 1 -- Нормы выбросов вредных веществ для бензиновых двигателей (ГОСТ 17.2.2.03-87)

Частота вращения.	Предельно-допустимое содержание окиси углерода, объемная доля, % (г/кВт·ч)	Предельно-допустимое содержание углеводородов, объемная доля, млн <sup>-1</sup> , (г/кВт·ч)	
		Для ДВС с числом цилиндров	
		До 4	Более 4
n <sub>min</sub>	1,5 (107)	1200 (8,1)	3000 (10,6)
n <sub>пов</sub>	2 (129)	600 (7,3)	1000 (7,9)

Таблица 2 - Нормы дымности отработавших газов для дизельных двигателей (ГОСТ 21393-75)

Режим измерения дымности.	Предельно допустимый натуральный показатель ослабления светового потока, К	Предельно допустимый коэффициент ослабления светового потока, N %
Свободное ускорение:		
1. Без наддува	1,2	40
2. С наддувом	1,6	50
Максимальная частота вращения.	0,4	15

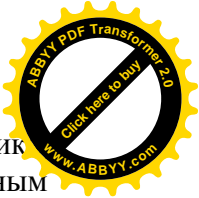
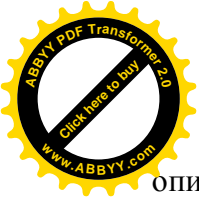
Примечание: нормы даны для L = 0,43м

Таблица 3 - Нормы выбросов вредных веществ согласно «Технического регламента Таможенного союза»

Экологический класс	Категории и подгруппы транспортных средств	Тип ДВС ИЗ/ВоЖ	Экологические нормы выбросов		
			CO, г/кВт·ч	CH <sub>x</sub> , г/кВт·ч	NO <sub>x</sub> , г/кВт·ч
0	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ИЗ	85	5	17
	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ВоС	4	0,5	0,46
1	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ИЗ	72	4	14
	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ВоС	2,1	0,66	5
2	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ИЗ	55	2,4	10
	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ВоС	1,5	0,46	3,5
3	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ИЗ	20	1,1	7
	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ВоС	1,5	0,46	2,4
4	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ИЗ	4	0,55	2
	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ВоС	1,5	0,3	3,5
5	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ИЗ	1,5	0,46	2
	M1, M2, M3, N1, N2, N3	ВоС	1,5	0,25	2

Примечание: ИЗ – искровое зажигание, ВоС – воспламенение от сжатия.

Таким образом, поменялся подход и к нормам вредных выбросов у автотранспортных средств и к их расчетным характеристикам.



До настоящего момента в Кыргызской Республике использовалась методика описанная в методических указаниях по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом, выработанная 1985 году [7].

Рассмотрев зарубежный опыт ЕМЕП/CORINAIR Atmospheric Emission [8] и в частности Российской Федерации, нами было найдено большое количество разработанных инструкций, методов и методик расчета выброса вредных веществ автомобильным транспортом, транспортным потоком и др. [9, 10, 11, 12, 13]. Таким образом, возникла острая необходимость создания республиканской методики инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферный воздух городов и населенных пунктов Кыргызской Республики с учетом уже имеющегося опыта и гармонизации существующих подходов.

Авторами разработана методика расчета выбросов по следующему алгоритму (блок-схеме, рис.1).

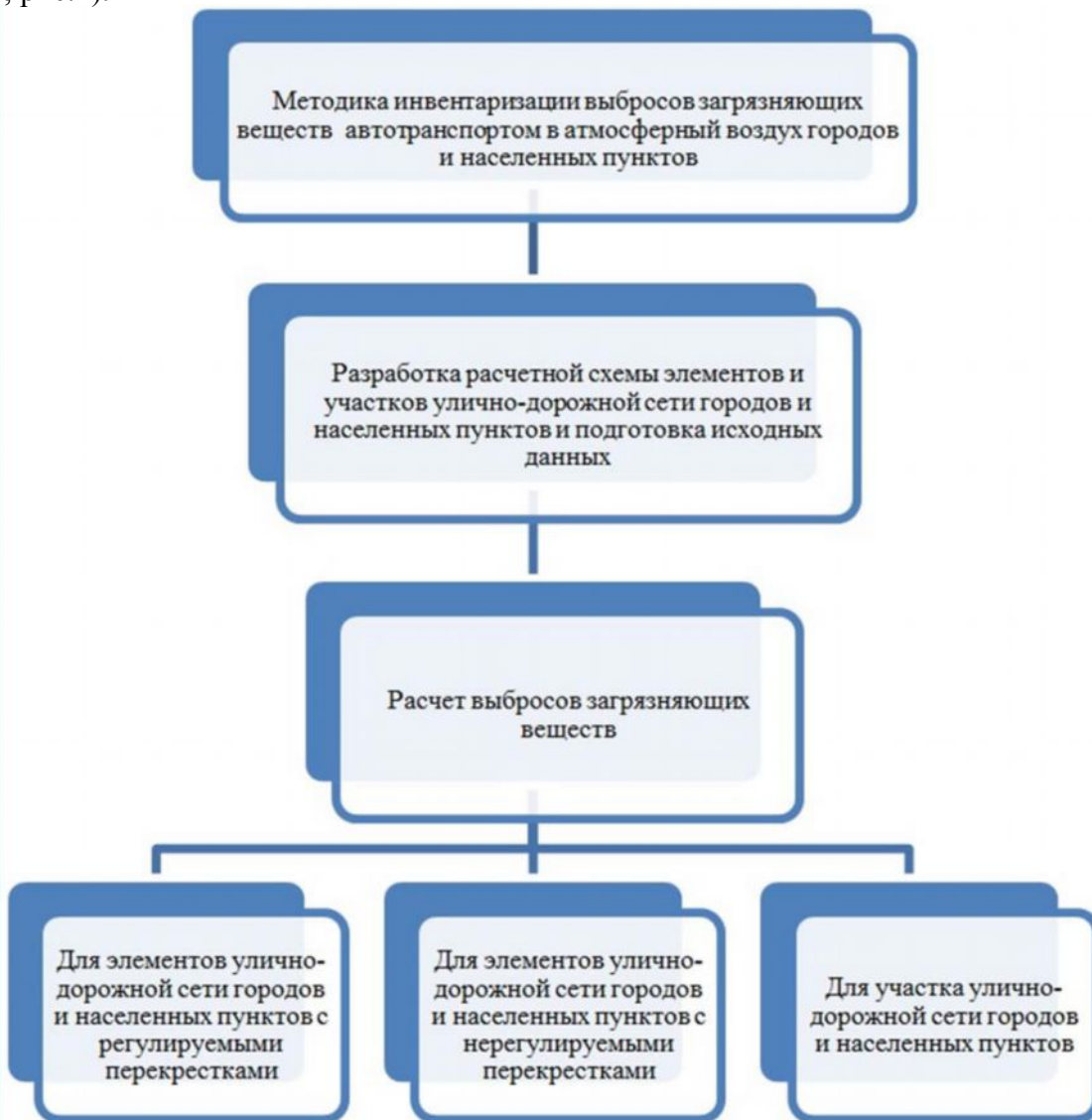
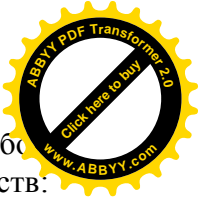
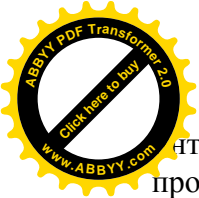


Рис. 1. Блок-схема для разработки методики инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферный воздух городов и населенных пунктов

**Результаты.** Методика по данной блок-схеме дает возможность рассчитать выбросы загрязняющих веществ, выделяемых с отработавшими газами автотранспортных средств при движении по участку улично-дорожной сети города или населенного пункта. В основу расчета в виде исходных данных взяты следующие характеристики транспортных потоков:



интенсивность, плотность, скорость и состав. Данные характеристики имеют между собой пропорциональную зависимость. Производится расчет следующих загрязняющих веществ: оксида углерода -  $CO$ ; углеводородов -  $CH$ ; оксидов азота -  $NO_k$  (в пересчете на  $NO_2$ ); твердых частиц (сажа) -  $C$ ; диоксида серы -  $SO$  и др. Во-первых, составляется в масштабе схема участка улично-дорожной сети (рис. 2). Данный участок содержит перегоны и перекрестки со своими геометрическими размерами. Во-вторых, производится расчет выбросов загрязняющих веществ отдельно для перегонов и перекрестков.

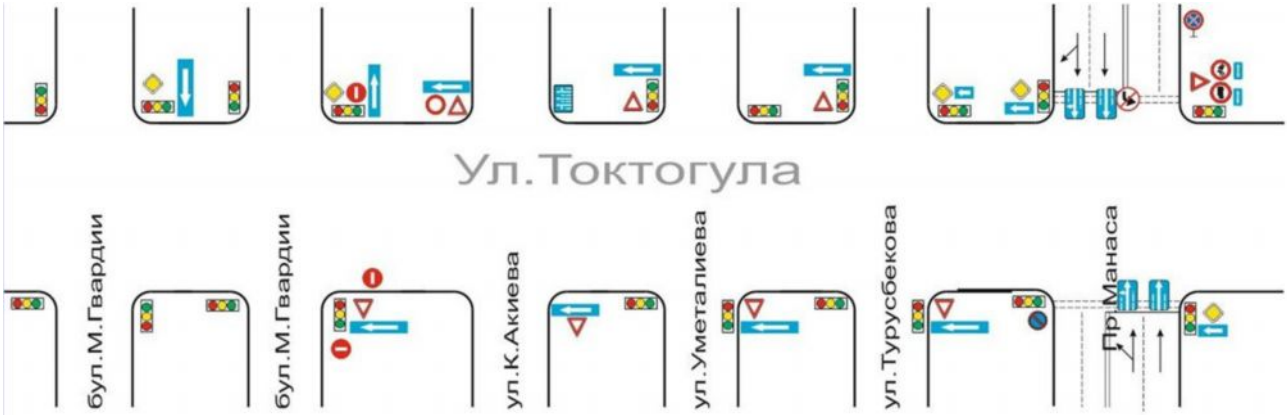


Рис. 2. Схема участка улично-дорожной сети по ул. Токтогула г. Бишкек

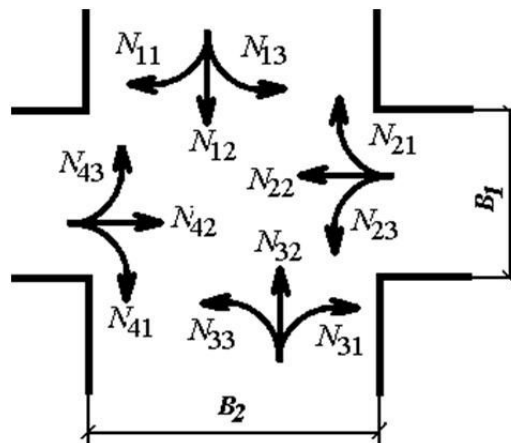


Рис. 3. Интенсивность транспортных потоков, прибывающих к перекрестку по проезжим частям шириной  $B_1$  и  $B_2$

В зависимости от поставленной задачи, в первом случае исходными данными для расчета могут быть характеристики транспортных потоков, полученные в результате натурного обследования участка улично-дорожной сети или перекрестка (рис. 3), это когда необходимо рассчитать существующий уровень загрязнения. Или, во втором случае, исходными данными для расчета могут быть перспективные характеристики транспортных потоков, это когда необходимо спрогнозировать предполагаемый уровень загрязнения. В том и другом случае все автотранспортные средства разделены на типы (легковой, грузовой, автобусы) и экологические классы (от 0 до 5 класса).

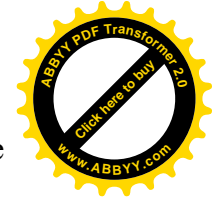
Для перегонов расчет  $i$ -го загрязняющего вещества выглядит следующим образом:

$$\sum \dots \dots \dots, \text{ г/час} \quad (1)$$

где пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества автомобилей  $k$ -ой расчетной группы, экологического класса, г;

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





– интенсивность движения автомобилей  $k$ -ой расчетной группы на  $n$ -ом перегоне входного или выходного направления, авт/час.

И только для перекрестков к этому значению загрязняющего вещества рассчитанного по формуле (1) добавляется дополнительный выброс  $i$ -го загрязняющего вещества для соответствующего регулируемого направления движения каждого входного на перекресток направления, рассчитанный по формуле:

где  $\sum$  – дополнительный выброс  $i$ -го загрязняющего вещества на остановку автомобилем  $k$ -ой расчетной группы, экологического класса, г;

$V_i$  – выброс  $i$ -го загрязняющего вещества при работе двигателя автомобиля  $k$ -ой расчетной группы на холостом ходу, г/мин;

$t$  – время работы двигателя на холостом ходу для соответствующего регулируемого направления, мин;

$N$  – количество остановленных автомобилей  $k$ -ой расчетной группы на соответствующем регулируемом направлении, авт/час.

**Выводы и обсуждение.** Полученная методика инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортом в атмосферный воздух городов и населенных пунктов при его движении по улично-дорожной сети предназначена как для оценки степени отрицательного экологического воздействия, так и для прогнозирования перспективного предполагаемого уровня загрязнения. С ее помощью можно с определенной точностью оценивать различные варианты изменения структуры улично-дорожной сети и варианты изменения схем регулирования и управления дорожным движением. А в некоторых случаях можно определять политику формирования структуры подвижного состава автотранспорта с учетом экологических классов, участвующего в городском движении. Методика применима для широкого круга специалистов организаций, предприятий и ведомств, занятых в планировании и развитии градостроительного и транспортного секторов. Авторами рассматривается возможность внедрения данной методики на государственном уровне в Кыргызской Республике.

### Список литературы

1. Ким А. О. Акустическое воздействие и загрязнение атмосферного воздуха на магистралях [Электронный ресурс] / А.О. Ким, А.С. Бичко, П.С. Пучкина, Е.А. Комендантова // Молодой ученый. — 2015. — №23. — С. 404-407. — Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/103/23883/>.
2. Скрыбин М. Л. Влияние отработавших газов автомобильного транспорта на окружающую среду [Электронный ресурс] / М.Л.Скрыбин // Молодой ученый. — 2015. — №13. — С. 185-187. — Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/93/20900/>.
3. Осмонбетов К. О. Экология Бишкека [Электронный ресурс] / К.О.Осмонбетов, А.Ж.Ырсалиева // Молодой ученый. — 2016. — №6. — С. 334-339. — Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/110/26945/>.
4. ГОСТ 17.2.2.03-87 Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности [Текст] . - 1988.
5. ГОСТ 21393-75 Автомобили с дизелями. Дымность отработанных газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности [Текст] . - 1976.
6. ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности колесных транспортных средств» [Текст]. - 2011.



7. Методические указания по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом [Текст] – М.: Московское отделение ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА, Институт комплексных транспортных проблем при Госплане СССР (ИКТП), 1985.

8. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook /Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016. Luxembourg: P  
Методические указания по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом [Текст] – М.: Московское отделение ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА, Институт комплексных транспортных проблем при Госплане СССР (ИКТП), 1985.

8. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook /Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.

9. ГОСТ Р 56162-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов [Текст]. - 2014.

10. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов [Текст]. – М.: Автополис-плюс, 2008. – 80 с., табл.

11. Приказ Госкомэкологии России №66 от 16 февраля 1999 года. «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» [Текст]. – М.: 1999.

12. Приказ Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности № 23-р от 17 февраля 2012 г. «Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга» [Текст]: перераб. - Санкт- Петербург: 2018.

13. Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях. Минтранс РФ [Текст]. – М.: 1997.