

Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Специальность 6М073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита  
окружающей среды

Допущен к защите  
Зав. кафедрой

д.х.н., Приходько Н.Г. \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**пояснительная записка**

На тему: Защита городской атмосферы от загрязнения автотранспортом

Магистрант группы МБЖн-12 Т.Б. Айнабекова Айнабекова Т.Б..

Руководитель диссертации Т.Е. Хакимжанов д.т.н., проф. Хакимжанов Т.Е.

Рецензент К. Касенов д.т.н., проф. Касенов К.

Алматы, 2014г.

**Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Факультет Электроэнергетический  
Специальность БМ073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды  
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Айнабековой Токжан Бактыбаевны

Тема диссертации «Защита городской атмосферы от загрязнения автотранспортом»

утверждено Ученым советом университета №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Срок сдачи законченной диссертации « 16 » июня 2014 г.

Цель исследования Целью диссертационной работы является выявление факторов, оказывающих воздействие на загрязнение атмосферного воздуха и установление влияния выхлопных газов автомобильного транспорта на атмосферу города.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

провести анализ экологического состояния города Алматы на основании выбора участков с различной интенсивностью движения транспорта; определение изменения количества автотранспорта по годам; определение изменения динамики выхлопных газов в городе по годам; оценка загрязнения атмосферного воздуха; выполнение расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в атмосферный воздух; разработка мероприятий по уменьшению загрязнения окружающей среды выбросами от автотранспорта

Рекомендуемая основная литература:

Экологический кодекс Республики Казахстан, 2007г.;

1. Методики определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. РНД 211.2.02.11-2004 (Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 20.12.2004 г. №328п);
2. Методика расчетов концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД 86;
3. Методика определения платежей за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками, Алматы 1996 г.

4. Методические рекомендации по определению размеров платежей за загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами автомобилей, Алма-Ата 1992 г.
5. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. - Л Госкомприрода, 1991г.
6. РНД 211.2.01-97. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

**Г Р А Ф И К**  
Подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Сбор литературных данных по теме магистерской диссертации	01.09 – 30.11. 2012г	
Сбор информации по вопросу загрязнения городской атмосферы от автотранспорта	01.12.2012г. – 31.05.13г.	
Обработка полученной информации	01.06-31.08.13г	
Зарубежная стажировка по тематике магистерской диссертации (г.Рига Рижский технический университет)	23.06-1.07.13г	
Написание научных статей по теме магистерской диссертации	01.08 – 31.09.2013г.	
Участие с докладом в научно-технической конференции	01.10 – 31.10.2013г	
Написание отчета за первый год обучения	01.11 – 31.12.2013г.	
Расчеты по совершенствованию обоснованности технологических процессов	1.01 – 31.03.14г.	
Представление результатов в виде таблиц и графиков	1.04 – 30.04.14г.	
Написание магистерской диссертации и выступления с докладом на научном-семинаре кафедры «ОТиОС»	1.05 – 1.06.14г	
Защита магистерской диссертации	16.06.2014г.	

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Приходько Н.Г.

Руководитель диссертации \_\_\_\_\_ Хакимжанов Т.Е.

Задание принял к исполнению магистрант \_\_\_\_\_ Айнабекова Т.Б.

Дата выдачи задания 21.09.2012г.

## **Аннотация**

В магистерской диссертации исследована одна из глобальных экологических проблем, связанная с изменением климата, причиной, которой является массовое поступление в атмосферу выхлопных газов от автотранспорта, главными из составляющих которых являются угарный газ CO, углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, окислы азота NO<sub>x</sub> и другие.

Цель магистерской диссертации – установление зависимости между количеством автотранспорта и ПДК примесных и основных компонентов выхлопных газов в городе Алматы по годам за период по 2006-2013 годы и определение индекса загрязненности и динамики роста автомобильного парка.

## **Аңдатпа**

Атмосфераға көптеген мөлшерде авто көліктен шығатын газдардың салдарынан климаттың өзгеруімен байланысты жаһандық экологиялық мәселелердің бірін зерттеуге арналған. Авто көліктен шығатын газдарды негізінен иіс газы CO, көмірсутектер C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, азот тотықтары NO<sub>x</sub> және басқалар құрайды.

Магистрлік диссертацияның мақсаты – атмосфералық ауаның ластануына әсер ететін факторларды анықтау және қала атмосферасына авто көлік транспортынан шығатын зиянды газдардың әсерін анықтау. 2006-2013 жылдар аралығында Алматы қаласы атмосферасының ластану индексі анықтау. Соңғы 8 жыл бойынша Алматы қаласының авто көлік бекеттерінің санының өсу тәуелділігі анықталған.

## **Abstract**

In the master thesis investigated one of the global environmental problems, connected with climate change, the reason which mass receipt in the atmosphere of exhaust gases from motor transport, from which components the SO carbon monoxide, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> hydrocarbons, oxides of NO<sub>x</sub> nitrogen and others are main.

The purpose of the master thesis – identification of the factors making impact on pollution of atmospheric air and establishment influence of exhaust gases of the motor transport on the atmosphere of the city. Establishment of change of an index of pollution of the atmosphere of Almaty by years from 2006 for 2013. Dependences of growth of number of fleet of vehicles of Almaty for 8 year period are established.

**Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Факультет Электроэнергетический  
Специальность 6М073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды  
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Айнабековой Токжан Бактыбаевны

Тема диссертации «Защита городской атмосферы от загрязнения автотранспортом»

утверждено Ученым советом университета № \_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Срок сдачи законченной диссертации « 16 » июня 2014 г.

Цель исследования Целью диссертационной работы является выявление факторов, оказывающих воздействие на загрязнение атмосферного воздуха и установление влияния выхлопных газов автомобильного транспорта на атмосферу города.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

провести анализ экологического состояния города Алматы на основании выбора участков с различной интенсивностью движения транспорта; определение изменения количества автотранспорта по годам; определение изменения динамики выхлопных газов в городе по годам; оценка загрязнения атмосферного воздуха; выполнение расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспортов в атмосферный воздух; разработка мероприятий по уменьшению загрязнения окружающей среды выбросами от автотранспорта

Рекомендуемая основная литература:

*Экологический кодекс Республики Казахстан, 2007г.;*

- 1. Методики определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. РНД 211.2.02.11-2004 (Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 20.12.2004 г. №328п);*
- 2. Методика расчетов концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД 86;*
- 3. Методика определения платежей за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками, Алматы 1996 г.*

4. *Методические рекомендации по определению размеров платежей за загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами автомобилей, Алма-Ата 1992 г.*
5. *Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. - Л Госкомприрода, 1991г.*
6. *РНД 211.2.01-97. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.*

**Г Р А Ф И К**  
Подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Сбор литературных данных по теме магистерской диссертации	01.09 – 30.11. 2012г	
Сбор информации по вопросу загрязнения городской атмосферы от автотранспорта	01.12.2012г. – 31.05.13г.	
Обработка полученной информации	01.06-31.08.13г	
Зарубежная стажировка по тематике магистерской диссертации (г.Рига Рижский технический университет)	23.06-1.07.13г	
Написание научных статей по теме магистерской диссертации	01.08 – 31.09.2013г.	
Участие с докладом в научно-технической конференции	01.10 – 31.10.2013г	
Написание отчета за первый год обучения	01.11 – 31.12.2013г.	
Расчеты по совершенствованию обоснованности технологических процессов	1.01 – 31.03.14г.	
Представление результатов в виде таблиц и графиков	1.04 – 30.04.14г.	
Написание магистерской диссертации и выступления с докладом на научном-семинаре кафедры «ОТиОС»	1.05 – 1.06.14г	
Защита магистерской диссертации	16.06.2014г.	

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Приходько Н.Г.

Руководитель диссертации \_\_\_\_\_ Хакимжанов Т.Е.

Задание принял к исполнению  
магистрант \_\_\_\_\_ Айнабекова Т.Б.

Дата выдачи задания 21.09.2012г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	6
	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	7
	ВВЕДЕНИЕ	8
<b>1</b>	<b>Обзор и анализ литературных источников по вопросу загрязнения городской атмосферы</b>	10
1.1	Виды транспорта, используемых в городах	10
1.2	Анализ состояния воздушного бассейна в промышленных городах РК	12
1.3	Природно – климатические условия города Алматы	16
	Выводы	23
<b>2</b>	<b>Исследование влияния автомобилизации на компоненты окружающей среды</b>	25
2.1	Основные причины повышенного содержания токсичных веществ в отработавших газах автомобилей	25
2.2	Транспортные потоки и окружающая среда	28
2.3	Анализ автомобильного парка г.Алматы	31
	Выводы	36
<b>3</b>	<b>Экспериментальные исследования загрязнения атмосферы г.Алматы</b>	37
3.1	Методы контроля загрязнения атмосферы	37
3.2	Электрохимические методы газового анализа	38
3.3	Мониторинг углеводородов с применением пламенно-ионизационного метода	40
3.4	Контроль оксидов азота и озона с использованием хемилюминесцентного метода анализа	41
3.5	Прогнозирование загрязнении воздуха от автотранспорта	42
3.6	Расчет выбросов вредных веществ от автотранспорта	50
	Выводы	63
<b>4</b>	<b>Основные мероприятия по снижению загрязнения природной среды города Алматы</b>	64
4.1	Уменьшение выбросов за счет использования беспримесных различных видов топлива	64
4.2	Основные меры повышения безопасности в транспортной отрасли и пути минимизации экологического воздействия транспорта	66
4.3	Уменьшение выбросов за счет использования нейтрализаторов	69
4.4	Метод снижения точки возгорания топлива путем использования нейтрализаторов	72
4.5	Экономический результат использования ВФИ	76
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	79
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1	81

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертаций мною использованы ссылки на следующие стандарты:

1. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».
2. РНД 211.2.02.11-2004 Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов.
3. ОНД 86 Методика расчетов концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.
4. ГОСТ 2084-77. Бензины автомобильные
5. ГОСТ Р 52033-2003. Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния.
6. ГОСТ 7.1-84. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.
7. ГОСТ 7.9-95. (ИСО 214-76). Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования.
8. ГОСТ 7.12-93. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.
9. Постановление Правительства РК от 01.03.2010г.№153. Требование к безопасности бензина, дизельного топлива и мазута.
10. №402-2, 07.2013г. Закон РК. О государственном регулировании производства и оборота отдельных видов нефти.
11. №328п от 20.12.2004 г. Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан.



## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АЗС	автомобильная заправочная станция
АСУД	автоматическая система управления дорожным транспортом
АТ	автомобильный транспорт
ГОСТ	государственный отраслевой стандарт
ОАО	открытое акционерное общество
ПДК	предельно допустимая концентрация
ТМ	тяжелые металлы
ИК	спектроскопия - инфракрасная спектроскопия
ПДВ	предельно допустимый выброс
ПДД	правила дорожного движения
ПДУ	предельно допустимый уровень
ИЗА	индекс загрязнения атмосферы
ОГ	отработавшие газы
ДВС	двигатели внутреннего сгорания
ЕТС	единая транспортная система
РК	Республика Казахстан
ХСД	химические сенсорные датчики
НМУ	неблагоприятные метеорологические условия
НД	нормативные документации
ЛРТ	легкорельсовый транспорт
ПНЗ	пункт наблюдения за загрязнением воздуха
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
ЕРА	Environment protection agency
СУГ	сжиженные углеводородные газы
СНГ	страны независимых государств
УДП	управление дорожными движениями
ДВД	Департамент внутренних дел
РГП	Республиканское государственное предприятие
ГСМ	Горюче смазочные материалы
ТОО	Товарищество с ограниченной ответственностью
ТЭЦ	Тепло электро централь
РНПЭИЦ	Республиканский научно – прикладной экологический исследовательский центр

## ВВЕДЕНИЕ

Нормативной правовой базой для установления целевых показателей качества окружающей среды служат «Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004 – 2015 годы» и «Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007 – 2024 годы, утвержденные Указом Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаевым, «Экологический Кодекс Республики Казахстан», Правила определения целевых показателей качества окружающей среды», утвержденные постановлением Правительства РК Казахстан от 1 июня 2007 года №448.

С учетом того, что с середины XX века процессы урбанизации приняли угрожающие темпы, в настоящее время для любого человека урбанизация стало лимитирующим фактором жизненного процесса. В среднем, 80-85% населения земного шара проживают в городах, где транспорт, особенно автомобильный, представляет собой с одной стороны ключевое звено функционирования любого города, а с другой является источником загрязнения окружающей среды. В современных городах доля выбросов от мобильного транспорта, изменяется в пределах 20-80%.

Транспорт, как важнейший компонент общественного и экономического развития любых населенных пунктов, потребляет значительное количество природных ресурсов (ГСМ, газ, металл и др.), и таким образом, оказывает прямое и косвенное влияние на окружающую среду в виде выбросов, отходов, загрязняющих все компоненты природной подсистемы города, что в конечном итоге создает экологическую опасность для человека. Наряду с отмеченным, виды транспортных услуг и их объемы непрерывно растут, увеличиваются грузо- и пассажиропотоки. На смену устаревших видов транспорта приходят новые, которые требуют скоростных и хорошо оборудованных транспортных магистралей [1,2].

*Актуальность данной темы* определяется тем, что автомобиль становится значительной угрозой экологии на планете. Выхлопные газы содержат букет токсичных веществ, вредно влияющих не только на здоровье человека и животных, но и на окружающую среду. Состав основных компонентов выхлопных газов: угарный газ CO, углеводороды C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, окислы азота NO<sub>x</sub> и другие.

В настоящее время до 70-80% загрязнения воздушного бассейна крупных городов приходится на автомобильный транспорт [3,4].

Только в Алматы ежегодно ядовитые выбросы от транспорта составляют свыше 150 тыс.тонн оксида углерода, около 30 тыс.тонн углеводородов и 12 тыс.тонн диоксида азота.

Токсичные компоненты в отработавших газах автомобилей создают опасность для людей, приводят к заболеваниям органов дыхания, к возникновению раковых и других болезней. Потому решение проблемы защиты окружающей среды от выхлопных газов – важнейшая актуальная задача по оздоровлению атмосферы.

На основании изложенного ставятся следующие **цели**:

- выявить основные факторы, оказывающие воздействие на загрязнение атмосферного воздуха.

- установить влияние выхлопных газов автомобильного транспорта на изменение ПДК по токсичным компонентам и атмосферу города.

**Задачи исследования:**

- выбор участков в городе Алматы с различной интенсивностью движения транспорта с целью анализа экологического состояния;

- определение динамики изменения количества автотранспорта по годам;

- определение изменения динамики выхлопных газов в городе по годам;

- определение индекса загрязненности атмосферного воздуха;

- разработка мероприятий по уменьшению загрязнения окружающей среды выбросами от автотранспорта.

**Научная новизна работы:**

- установление изменения индекса загрязнения атмосферы г.Алматы по годам за период с 2006 по 2013 годы;

- установление зависимости роста численности автомобильного парка г.Алматы за 8 летний период;

- дано изменение концентрации загрязняющих веществ в пунктах отбора проб, через которые проходят наибольшее количество автомобилей;

-установление влияния различных видов топлива на выбросы автомобильного транспорта в атмосферу города;

**Практическая ценность работы** заключается в определении уровня загрязнения природных объектов вдоль автомагистралей и разработки технических решений, что позволит: уменьшить количество выбросов от бензиновых топлив путем использования дизеля; уменьшить выбросы отработавших газов, путем использования катализатора топлива.

# **1 ОБЗОР И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ АТМОСФЕРЫ**

## **1.1 Виды транспорта, используемые в городах**

Ни одно государство в мире в своем историческом развитии не обходилось и не обойдется без развитой транспортной инфраструктуры. Роль транспорта в жизни планеты, государства и города действительно важна, поскольку только движение ведет к прогрессу. Ярким примером этому является наш город Алматы, который олицетворяет собой не только многомиллионный мегаполис с развитой экономической структурой, но и одновременно является крупнейшим культурным и политическим центром страны [ 1].

Прогресс человеческого общества неотделим от истории развития транспорта. Если под словом "транспорт" понимать прежде всего процесс перемещения, то можно утверждать, что без перемещения орудий и предметов труда и самого человека невозможно ни добывание (производство) пищи, ни изготовление одежды и жилища, ни какая либо другая целесообразная деятельность.

Современный транспорт представляет собой единую (в социально-экономическом отношении) транспортную систему, включая мощную сеть железнодорожных, морских, речных, автомобильных, воздушных, трубопроводных городских и промышленных коммуникаций. Перемещая ежегодно миллиарды тонн сырья, топлива, материалов, продукции, а также многие миллионы пассажиров с достаточно высоким уровнем комфорта и скорости, современный транспорт обеспечивает массовое индустриальное производство, глубокое разделение труда, внутреннюю и внешнюю торговлю, способствует развитию культуры и науки [ 2].

В едином народнохозяйственном комплексе транспорт занимает особое место. Он является одной из отраслей, формирующих инфраструктуру народного хозяйства, призванного удовлетворять постоянно растущие потребности общества в пространственном перемещении вещественных продуктов труда и людей.

По объему перевозимых грузов лидирующее положение занимает автомобильный транспорт — 79%, на втором месте — железнодорожный — 10,6%, на третьем — трубопроводный — 8%. На остальные виды транспорта приходится менее трех процентов от общего объема перевозимых грузов. Роль отдельных видов транспорта в пассажирских перевозках выглядит иначе.

Во внутригородском сообщении ведущее место и по пассажирообороту (52,2%), и по перевозкам пассажиров (48,0%) занимают автобусы. На втором месте — городской электрический транспорт (трамвай, троллейбус, метрополитен) [ 2,3].

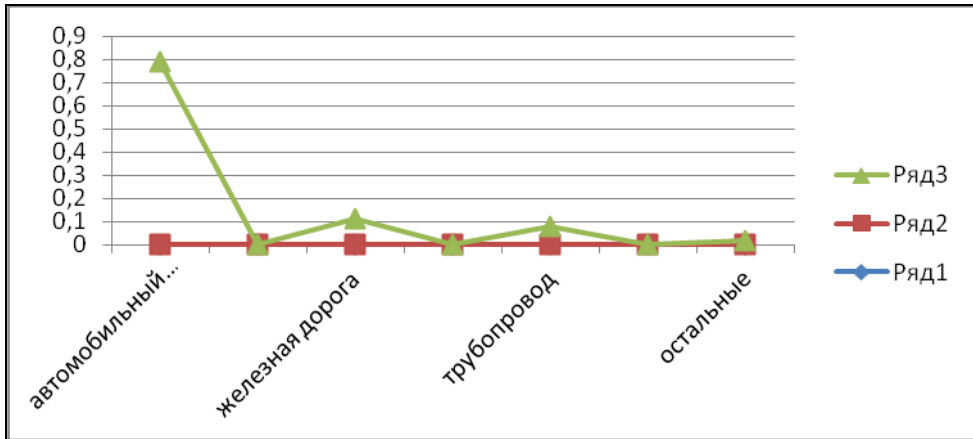


Рисунок 1 - График объема перевозимых грузов

Особенно велик удельный вес автотранспорта в городах. Усиление его роли закономерно, так как большая часть пассажирских перевозок приходится на маршруты между населенными пунктами, не имеющими прямой железнодорожной связи. В направлениях, параллельных железнодорожным линиям, автобусами перевозится только 1/4 всех пассажиров. На воздушный транспорт в общих пассажирских перевозках приходится менее 1%, но исключительно большая их дальность выдвинула его на третье место среди всех видов транспорта по объему пассажирооборота. За последние годы численность поездок по железным дорогам на расстояния свыше 1000 км уменьшается, а на воздушном транспорте они растут. Важный элемент ЕТС страны - транспортная сеть, определяющая возможные направления перевозок и пункты, между которыми устанавливается тот или иной вид сообщения. Она состоит из коммуникаций разных видов транспорта общего и необщего пользования [4]. Формирование транспортной сети обусловлено рядом социально-экономических факторов: развитием и размещением хозяйства; городских поселений; направлением и мощностью основных транспортно-экономических связей; расположением курортных и туристических объектов.

## 1.2 Анализ состояния воздушного бассейна в промышленных городах Республики Казахстан

Уровень загрязнения атмосферы городов и промышленных центров, несмотря на сокращение производства, остается достаточно высоким. Наибольший уровень загрязнения воздуха наблюдается в Лениногорске, Усть-Каменогорске, Актюбинске, Алматы, Зырянске, Актау, Шымкенте, Таразе, Петропавловске и Темиртау. В Балхаше одной из проблем является загрязнение атмосферного воздуха города сернистым ангидридом. После длительного простоя начал работать Балхашский медеплавильный завод. Однако выпуск меди производится без очистки и утилизации сернистого ангидрида. Основными загрязняющими веществами являются: пыль, диоксиды серы и азота, углеводороды, поступающие от предприятий теплоэнергетики и металлургии. Негативную роль в загрязнении воздушного бассейна играют также предприятия Павлодарской области и предприятия нефтегазового комплекса в Западно-Казахстанской, Атырауской и Мангистауской областях [3,4]

Около трети промышленных предприятий не имеют санитарно-защитных зон нормативных размеров. Значительная часть населения промышленных центров живет в зоне непосредственного влияния вредных производственных факторов - выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, шума, вибрации, электромагнитных полей, других физических факторов [4].

В последние годы в загрязнении воздуха свинцом, бенз(а)пиреном и формальдегидом усилилась роль автомобильного транспорта. В результате в жилой зоне городов отмечаются различные химические соединения 1-2 классов опасности, не говоря уже о соединениях 3-4 классов опасности (оксид азота, серы, углерода и др.). Так, в среднем по городам концентрация бенз(а)перена - вещества 1 класса опасности превышает предельно-допустимую концентрацию в 2,5 раза, а в г. Алматы в 3-7 раз, иногда до 33 ПДК, Таразе - 16 ПДК, Усть-Каменогорске - 11 ПДК. Высоко содержание специфических соединений. Так, в г. Шымкенте определяются высокие максимально-разовые концентрации фосфорного ангидрида, фтористого водорода, меди, свинца, кадмия. В городах Экибастузе и Павлодаре определяются бенз(а)перен, цинк, хром, свинец, рубидий, никель, медь, марганец, железо, хлор, ртуть. В 1996 г. содержание свинца превышало санитарную норму в Жезказгане (1,3 ПДК), Лениногорске (1,1 ПДК), Шымкенте (1,5 ПДК), Усть-Каменогорске (1,7 ПДК), что ниже по сравнению с 1995 г. В 1995 г. в Жезказгане наблюдалось 2,3 ПДК, в Лениногорске 3,3 ПДК, Усть-Каменогорске 2,3 ПДК, Шымкенте 2,4 ПДК [4].

Хроническое неблагоприятное влияние относительно небольших концентраций загрязнителей воздуха на здоровье населения приводит к повреждению отдельных органов и систем, снижению общей резистентности. В условиях воздействия атмосферных загрязнителей наблюдается

повышенная заболеваемость и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний.

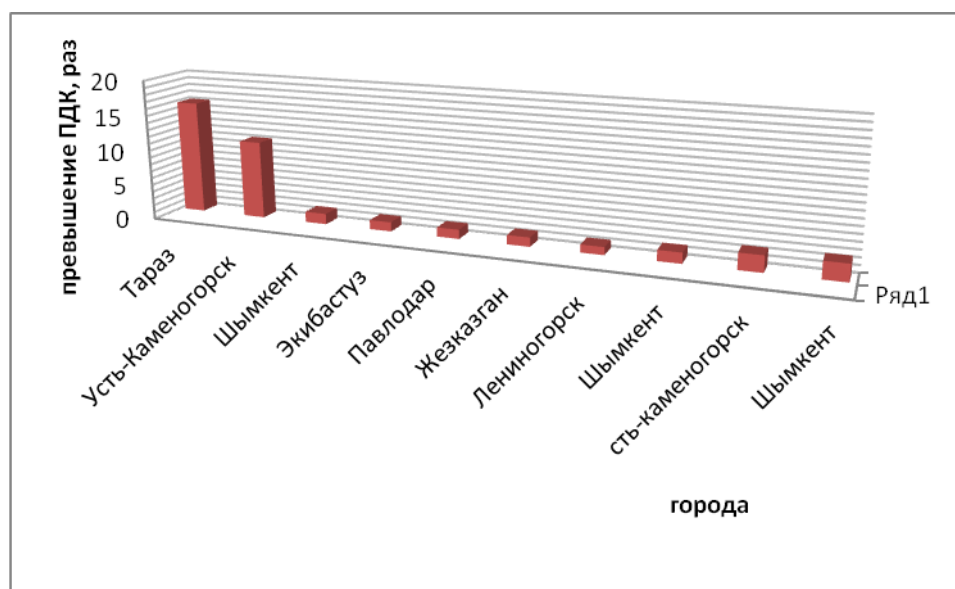


Рисунок 2 - Индексы загрязненности атмосферного воздуха городов Республики Казахстан в 2012 г

Экологическая ситуация становится все более значимым фактором развития, влияющим на уровень экономического благополучия государства. Казахстан имеет сложные многообразные экологические проблемы. В СНГ по выбросам вредных веществ в атмосферу от стационарных источников РК находится в лидирующей тройке (после России и Украины). В этой связи к экологически безопасному функционированию транспорта предъявляются повышенные требования[1,3,4].

Техническое состояние и количественный размер автопарка ухудшают экологию крупных городов республики.

Доля транспорта в загрязнении окружающей среды достигает 30%, что превышает аналогичный показатель развитых стран мира более чем в 1,7 раза. Доля автотранспорта Казахстана в загрязнении воздушного бассейна составляет 60%, в Алматы – 90%.

В Астане каждая третья автомашина эксплуатируется с превышением экологических норма доля передвижных источников загрязнения превысила 50% общих валовых выбросов. [1,2,3,4]

**Выбросы автотранспорта.** Негативное воздействие на окружающую среду оказывает автомобильный транспорт, выбрасывающий с отработанными газами десятки загрязняющих веществ, общим объемом до миллиона тонн. В большинстве крупных городов вклад автотранспорта в загрязнение воздушного бассейна достигает в последние годы 60% и более, а в г. Алматы - 90% от общих выбросов. По сравнению с 1991 годом общие валовые выбросы от автотранспорта сократились в 2,7 раза и составили в 1996г. 756 тыс. т. Несмотря на прирост парка автотранспортных средств, который за это же

время составил примерно 7%, такое положение объясняется следующими факторами:

- изменением структуры парка автотранспортных средств (снижение количества грузовых автомобилей на 14,4% и автобусов на 9,0%, увеличение количества легковых автомобилей на 21,8%; увеличение доли дизельных грузовых автомобилей и автобусов, появление дизельных легковых автомобилей) [4];

- падением объемов транспортной работы в 1,9 раза по пассажирским и в 3,0 раза по грузовым перевозкам;

- снижением объемов потребления автотранспортных топлив (по бензину в 3,2 раза, по дизельному топливу в 1,5 раза) [3,4].

Выбросы вредных веществ в целом по Казахстану в 1996 г. составили: оксид углерода – 522 570т., оксид азота – 86515т., углеводороды -81808т., диоксид серы – 40282т., твердые частицы – 17330т., формальдегид – 5811т., соединений свинца –380 т., бенз(а)пирен – 0.035 т.,

*Расчеты произведены по принятой в АО НИИТ методике, основанной на балансовом методе (по расходу топлива). В качестве исходных взяты статистические данные Казахского Агентства по статистике и анализу.*

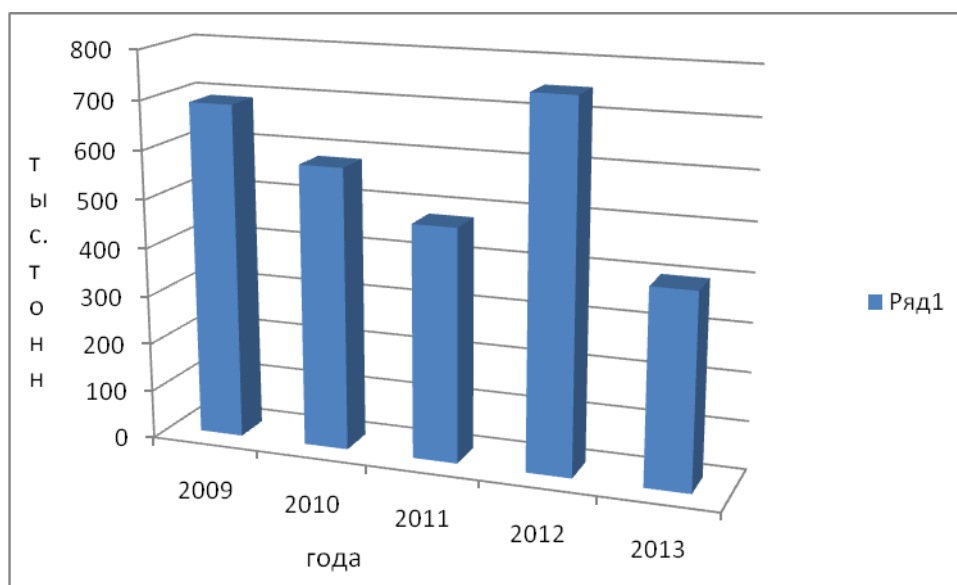


Рисунок 3 - Выбросы окиси углерода в атмосферный воздух (тыс. т. в год) по Казахстану



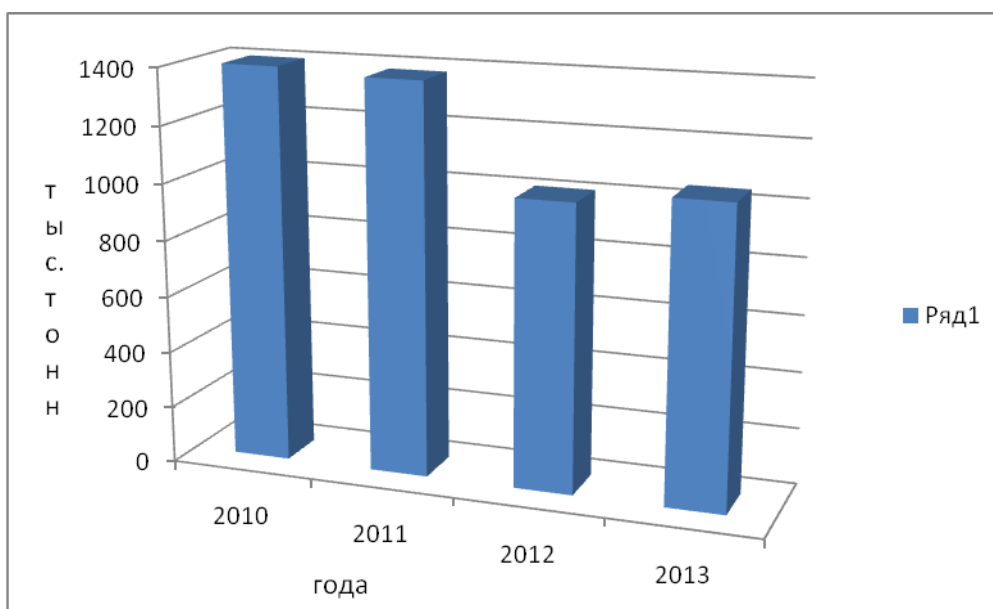


Рисунок 4 - Выбросы взвешенных веществ в атмосферный воздух (тыс. т/год)

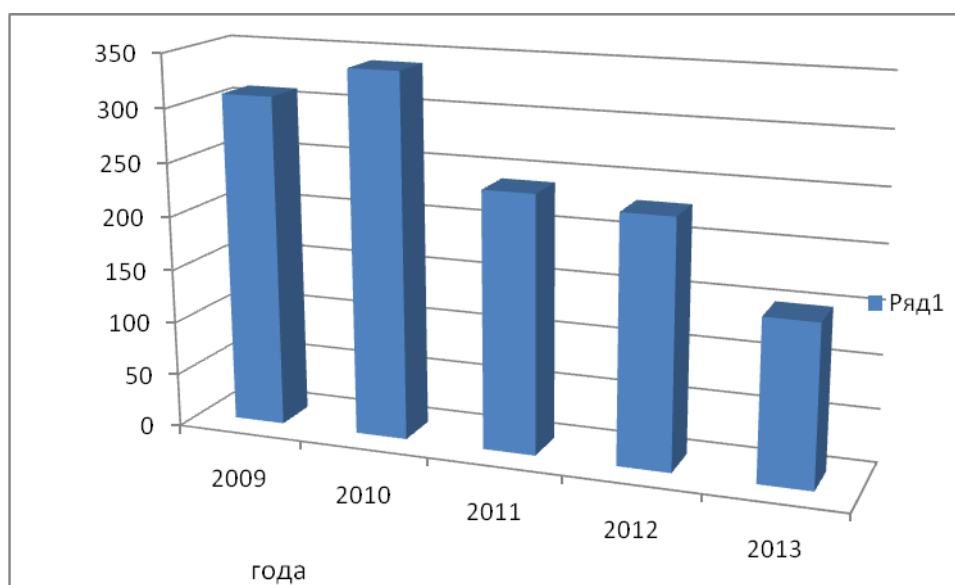


Рисунок 5 - Выбросы окислов азота в атмосферный воздух (тыс. т/ год)

Таблица 1 - Выбросы углеводородов (бенз(а)пирен) в атмосферный воздух (тыс. т. в год)

Страна/годы	2009	2010	2011	2012
Казахстан	0,001	0,249	0,070	0,095

МТК РК ежегодно проводит акции «Чистый воздух», «Внимание! Опасный груз», в ходе которых АТС проверяются на соответствие

экологическим нормам, контролируется выполнение правил перевозок опасных грузов. По результатам проверок выявлено, что каждое шестое АТС нарушает экологические требования. По оценкам экспертов, в РК выбросы в атмосферу вредных веществ от АТС превышают 1 млн. тонн ежегодно.

Для ограничения негативного влияния транспорта на окружающую среду в РК инициировано внедрение международных технических и экологических стандартов «Евро». В настоящее время доля АТС, соответствующих требованиям «Евро-2», составляет по оценкам экспертов 63%. Экологические требования на уровне «Евро-3» вводятся в действие с 1 января 2012 года, «Евро-4» – с 1 января 2014. Ввод стандартов «Евро» предусматривает запрет на ввоз и производство в стране автомобилей не соответствующих требованиям. При этом нормы Технического регламента не затронут уже эксплуатируемые автомашины, которые будут использоваться до полного износа.

Наряду с автотранспортом на ухудшение экологической ситуации Казахстана влияет состояние нефтепроводов и проблемы захоронения отходов нефтепродуктов.

Они являются предметом особого внимания контролирующих органов, т.к. создают риск отравлений воды, почвы и опасны для всех биологических объектов. Тем не менее, нарушения в этой сфере ежегодно отмечаются на всех видах транспорта. Серьезной экологической катастрофой в Атырауской области в декабре 2011 года явилось попадание нефти из трубопровода в канал с питьевой водой, в результате чего жители близлежащего села остались без питьевой воды, начался падеж скота. Деятельность автозаправочных станций (АЗС) требует соблюдения особых мер безопасности, которые в Казахстане не всегда соблюдаются. По выявленным фактам деятельность АЗС, нарушающих экологические нормы и правила безопасности, приостанавливается, либо прекращается.

Современные проблемы экологической ситуации в Казахстане и немалый вклад транспорта в ее усугубление требуют системного подхода к разрешению.

### **1.3 Природно - климатические условия города Алматы**

Алматы – крупнейший город Казахстана. Общая площадь, занимаемая городом, составляет 33.9 тыс. гектаров. Город разделен на 7 административных районов: Алмалинский, Ауэзовский, Бостандыкский, Жетысуйский, Медеуский, Турксибский, Алатауский. Общая численность жителей по состоянию на конец 2012 года более 1,5 млн. человек. Наиболее значительная часть населения проживает в Ауэзовском (25,6%) и Бостандыкском районах (22,2%) [6].

Природные и климатические особенности местности, где расположен город Алматы, способствует образованию мощной приземной инверсии температуры, сохраняющейся, особенно в зимний период, длительное время.

Город расположен во впадине, где часто наблюдаются безветрие, туманы и приземные инверсии, которые затрудняют рассеивание примесей в пространстве. Это приводит к накоплению в приземном слое продуктов загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей, выбросами котельных, ТЭЦ, промышленных объектов и т.д., что выражается в явлениях смога, ставших привычными для города Алматы независимо от времени года [6].

Повторяемость слабых (до 1 м/с) ветров оценивается летом здесь в 71%, зимой – в 79%. Среднегодовое значение скорости ветра в городе не превышает 1,7 м/с. Оптимальная аэрация горным стоком наблюдается только в верхней, южной части города, в узкой полосе в пределах 20 км от подножий гор. Однако следует отметить, что именно в этой полосе в настоящее время идет интенсивная застройка высотными зданиями, которые уже существенно затрудняют продвижение воздушных масс, занижая указанный показатель в 20 км.

Кроме того, непродуманная застройка города препятствует естественному движению воздушных потоков в горизонтальном направлении. В последние десятилетия наметилась тенденция к увеличению плотности застройки, включая южную часть города, которая является зоной транзита горно – воздушного стока[6].

В условиях слабой естественной вентиляции воздушных масс загрязнение атмосферного воздуха оказывает прямое негативное воздействие на здоровье населения. По уровню первичной заболеваемости органов дыхания г.Алматы занимает первое ранговое место среди регионов Казахстана.

Мониторинг экологического состояния воздушного бассейна г.Алматы проводится двумя организациями: РГП «Казгидромет» - на пяти стационарных и на пяти высотных постах наблюдения, Управление Госсанэпиднадзора г.Алматы - в различных точках отбора проб в селитебной зоне и вдоль автомагистральных улиц.

Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест[6,7].

Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы превышают их установленные предельно – допустимые значения в несколько раз. При неблагоприятных метеорологических условиях в отдельные периоды концентрации вредных веществ в местах скопления автотранспорта, на главных магистралях города могут возрастать многократно.

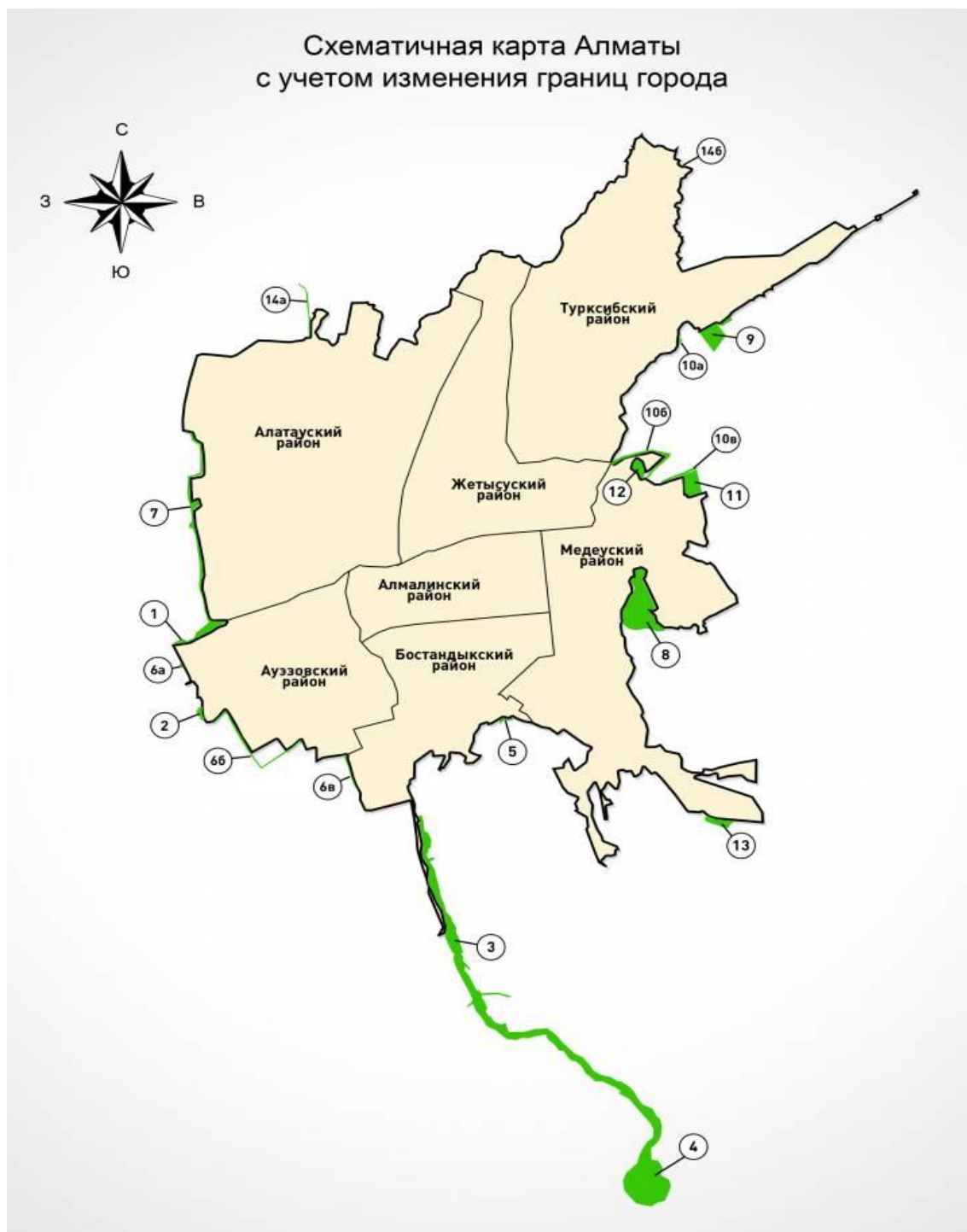


Рисунок 6- Схематическая карта города

По данным ДГП «Центр гидрометеорологического мониторинга» РГП «Казгидромет», несмотря на отсутствие крупных промышленных предприятий, по степени загрязнения атмосферного воздуха по итогам 2008 года город Алматы опережает многие промышленные центры республики, такие как Балхаш, Жезказган, Караганда, Риддер, Павлодар, Темиртау, Усть-Каменогорск, Экибастуз[6].

Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>5</sub>), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности. Алматы относится к городам Казахстана с систематически многолетним высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. В 2008 году уровень загрязнения воздуха ИЗА<sub>5</sub> в городе Алматы составил – 13,9 и по сравнению с 2007 годом увеличился в 1,15 раз.

Низкий уровень показателя в 1998-2000г. был связан с общей экономической ситуацией и отсутствием мониторинга на всех постах наблюдений в г.Алматы РГП«Қазгидромет». При сохранении тенденции к росту значения ИЗА<sub>5</sub> в ближайшие годы могут превысить ранее отмеченные значения[6].

Средние многолетние фоновые значения загрязнения атмосферного воздуха г.Алматы связаны с естественными причинами – географическим расположением города и частой повторяемостью штилей в течение года (таблица 2).

Таблица 2- Значения среднегодовых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе за 2010-2012 гг. по г.Алматы

№	Примесь	Штиль 0-2 м/с	Скорость ветра (0 - 3) м/с
		Концентрация Сф - мг/м <sup>3</sup>	
	Взвешенные вещества	0,53	0,33
2	Диоксид серы	0,05	0,018
3	Оксид углерода	7,6	3,04
4	Диоксид азота	0,17	0,10
5	Формальдегид	0,04	0,03

В целом природно-климатические условия мегаполиса характеризуются избыточным накоплением загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, что ведет к образованию смога, ставшего привычным явлением независимо от времени года. В условиях слабой естественной вентиляции загрязнение атмосферного воздуха оказывает прямое негативное воздействие на здоровье населения и представляется наиболее актуальной экологической проблемой, требующей неотложного решения. В 1991-1997 гг. сохранялась тенденция снижения выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников с 37,2 тыс. тонн в 1991 году до 16,3 тыс. тонн в 1997 году (в 2,3 раза). За первое полугодие 1998 года стационарными источниками выброшено 8,2 тыс. тонн загрязняющих веществ, что на 0,8 тыс. тонн больше выбросов аналогичного периода прошлого года [6].

В 2008 году индекс загрязнения (ИЗА<sub>5</sub>) в городе Алматы составил - 13,3, что по сравнению с 2007 годом увеличился в 1,06 раз. В 2009 году ИЗА<sub>5</sub> составил 13,9, в 2010 году - 11,7, в 2011 году - ИЗА<sub>5</sub> составил 9,2. Индекс

загрязнения сократился с 11,6 в 2010 году до 9,2 в 2011 т.е. на 20 с лишним процентов [8].

По данным ДГКП ЦГМ «Қазгидромет» за 1- полугодие 2012 года ИЗА<sub>5</sub> в городе Алматы составил - 11,4 что отмечается повышения в сравнении с аналогичным период (полугодие 2011 года) ИЗА<sub>5</sub> - 11,2.

В августе 2012 года по сравнению с августом 2011 года уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе не изменился, с июлем 2012 года уменьшился (ИЗА<sub>5</sub>- 8,5).

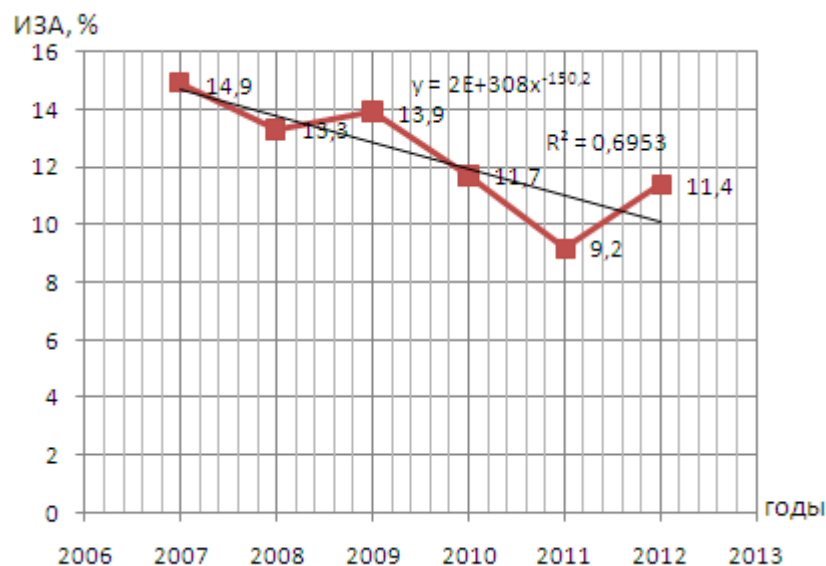


Рисунок 7- График изменения индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) г.Алматы за 2006-2013 годы

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г.Алматы проводились на 5-ти стационарных постах (ПНЗ) расположенных в различных административных районах города:

- ПНЗ №1 - ул.Амангельды, метеостанция (Бостандықский район);
- ПНЗ №12 - пр. Райымбека угол. ул. Наурызбай батыра (Алмалиңский район);
- ПНЗ №16 – микрорайон «Айнабулак-3» (Жетысуский район);
- ПНЗ №25 – ул. Маречека и ул. Б.Момышулы (Ауэзовский район);
- ПНЗ №26 – ул. Толе би, 249, м-он «Тастак-1» на территории детской поликлиники №8 (Алмалиңский район) [6,7].

Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА5), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности (РД 52.04.186-89).

Для одного вещества ИЗА производится по формуле:

$$\text{ИЗА} = (g_{\text{ср}})^{C_i} / \text{ПДК}_i, \quad (1)$$

где:  $g_{\text{ср}}$  – средняя концентрация  $i$ -того вещества,

- ПДК<sub>i</sub> – среднесуточная ПДК i-того вещества,  
 - С<sub>i</sub> – безразмерная константа, позволяющая привести степень вредности i-того вещества к вредности диоксида серы. С<sub>i</sub> для групп веществ 1, 2, 3 и 4 класса опасности принимаются соответственно равными 1,7; 1,3; 1,0; 0,9. В 3 квартале 2012 года в г.Алматы отмечается высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>5</sub>) составил 9,3. Средняя за квартал концентрация формальдегида составила 3,2 ПДК, диоксида азота – 2,2 ПДК. Содержание взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, фенола и металлов находилось в пределах допустимой нормы (таблица 3).

Таблица 3 - Содержание металлов в атмосферном воздухе г.Алматы в 3 квартале 2013 года [1,6]

Название примеси	Средняя концентрация	
	мкг/м <sup>3</sup>	кратность превышения ПДК
Кадмий	0,0024	0,008
Свинец	0,1436	0,479
Мышьяк	0,0038	0,001
Хром	0,0067	0,004
Медь	0,2458	0,123

Максимальная из разовых концентраций взвешенных веществ составила 8,0 ПДК, диоксида азота и оксида углерода - 2,6 ПДК, формальдегида – 1,3 ПДК.

Наибольший уровень загрязнения отмечается в Жетысуском районе (ПНЗ №16) (рисунке 8).

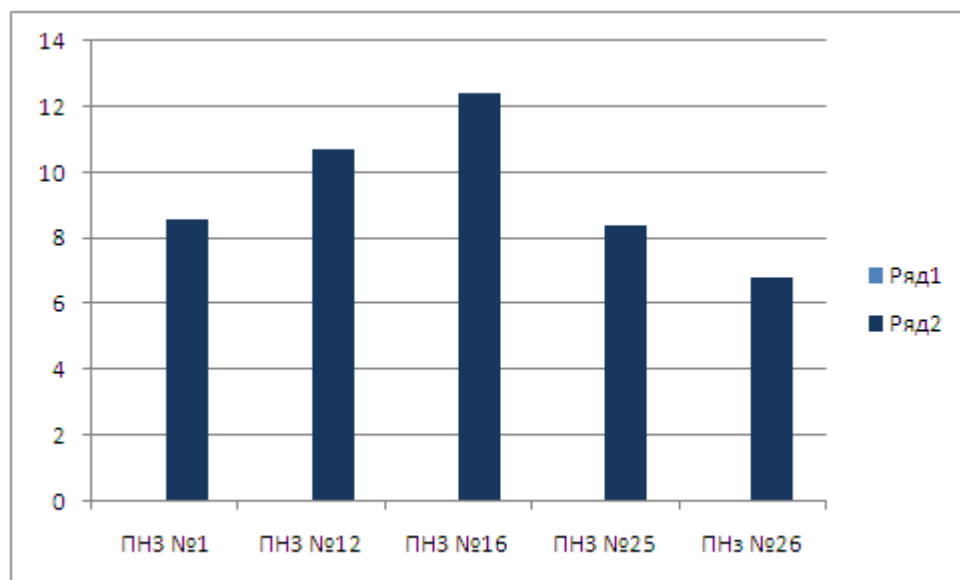


Рисунок 8 - Динамика изменения индекса загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>5</sub>) в различных районах г.Алматы в 3 квартале 2013 года

Оценка основных внешних и внутренних факторов: над городом постоянно висит серый смог. Более 80 % загрязнения воздуха в городе приходится на автотранспорт. По последним данным, в Алматы имеются 800 тысяч автомашин, и количество их с каждым днем растет. Ежегодно эти автомашины выделяют в воздух города около 250-260 тысяч тонн вредных отходов. Таким образом, на каждого жителя города приходится более 200кг вредных веществ [6,8].

К примеру, в 2004 году общее количество автотранспортных средств, зарегистрированных в городе Алматы, составляют 235951 автотранспортное средство. По состоянию на 1 января 2012 года зарегистрировано – 630000 единиц транспортных средств, из них налогооблагаемого транспорта - 607689 единиц.

На экологию города влияет также высокий уровень транзитных поездок через город вследствие расположения Алматы на пересечении международных автотранспортных коридоров и недостаточности объездных дорог.

Анализ показывает, что за последние 3 года, каждая третья-четвертая автомашина эксплуатируется с превышением норм токсичности и дымности. В основном, это транспортные средства со сроком эксплуатации более семи лет [6].

Ввод в действие с 15.07.09г. технического регламента о требованиях к выбросам вредных веществ автотранспортных средств, выпускаемым в обращении на территории Республики Казахстан (экологического стандарта ЕВРО-2) способствовал заводу на территорию республики автомобилей более «молодого» возраста, т.е. улучшению технического состояния автомобиля и выбросов от автотранспорта. Однако 70% парка автомобилей эксплуатирующихся в городе являются морально и технически устаревшими. Снижению выбросов от автотранспорта может способствовать улучшению качества автотоплива, в связи с введением в действие на территории Республики Казахстан с 1 сентября 2010 года Технического регламента «Требования к безопасности бензина, дизельного топлива и мазута», утвержденных Постановлением Правительства РК 01.03.2010г. №153.

С целью улучшения экологии города проводится:

- капитальный и текущий ремонт дорог, пробивка и строительство новых улиц, строительство транспортных развязок. За 3 года введено в эксплуатацию 11 развязок, сдали в эксплуатацию 1-ю очередь Восточную объездную дорогу;
- развивается электротранспорт;
- в 2011 году запущена первая очередь первой линии Алматинского метрополитена протяженностью 8,2км. Проводится оптимизация схем движений автобусов, намечено сократить протяженность 11 маршрутов и вывести из города 80 автобусов. Дальнейшее развитие получит электротранспорт, через ЕБРР (Европейский банк реконструкции и развития)



финансируется приобретение в 2011-2012 гг. 200 троллейбусов нового поколения, часть троллейбусов заменит старый парк, а остальные будут обслуживать 3 новых маршрута, где будет сокращена на 60 единиц число используемых автобусов;

- планируется строительство легкорельсового транспорта (ЛРТ) на базе существующих линий трамвая;

- дальнейшее развитие получит программа по переводу транспорта на газ. В 2010-м году построена первая газозаправочная станция и открыт муниципальный автобусный парк с автобусами, работающими на природном газе, в настоящее время 9 городских пассажирских маршрутов обслуживают 200 автобусов на природном газе;

- ведутся работы по переводу на газ такси. Из 350 такси, на сегодняшний день на сжиженном газе (пропан - бутановой смеси) работают 41 такси [6].

В развитие планов по экологизации автотранспорта города Алматы прорабатываются вопросы перевода на компримированный газ коммунального транспорта (его в городе насчитывается порядка 3 тысяч ед.), в том числе разрабатываются механизмы экономического стимулирования перевода на газ автотранспорта частных перевозчиков и личного транспорта горожан.

## **Выводы**

В результате изучения воздействия автомобильного транспорта на воздушный бассейн г. Алматы установлено, что основным загрязнителем воздушного бассейна города Алматы является автотранспорт, выбросы которого ежегодно растут. Если в 1991 году валовой выброс в атмосферу города от стационарных (промышленных) источников загрязнения составил 37,2 тыс.тонн, от передвижных (автотранспортных) источников - 144,2 тыс. тонн, то в 1997 году выбросы составили 16,3 тыс.тонн и 168,2 тыс.тонн, соответственно. При этом расчетные данные выбросов вредных веществ от транспорта являются заниженными, т.к. при отсутствии точных данных об использовании автотранспортном топливе невозможно точно установить фактические выбросы. За последние годы численность автотранспортных средств возросла более чем в 2 раза и составила свыше 630 тыс. единиц, причем большая часть автомашин, поступивших в город, является технически устаревшими моделями, выработавшими установленный моторесурс. Кроме этого, по данным Управления дорожной полиции в город ежедневно въезжает до 50 тыс. иногородних автомобилей, выбросы которых не учитываются.

Автотранспорт наносит прямой ущерб атмосфере не только путем выброса компонентов отработавших газов, но и забирая из атмосферы кислород для процесса горения.

В настоящее время в мире насчитывается более 500млн. автомобилей, в том числе 80 млн. грузовых автомобилей и примерно 1млн. городских автобусов. В Казахстане автомобиль имеет каждый десятый житель, а в больших городах - каждый пятый.

Противоречия, из которых «сотка» автомобиль, пожалуй, ни в чем не выявляются так резко, как в деле защиты природы. С одной стороны, он облегчил человеку жизнь, с другой стороны – отравляет ее в самом прямом смысле слова. Специалисты установили, что один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы 4 т. кислорода, выбрасывая с отработанными газами примерно 800 кг окиси углерода, около 40 кг окислов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Если умножить эти цифры на 500 млн. единиц, можно представить степень угрозы, тающей в чрезмерной автомобилизации.

## 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### 2.1 Основные причины повышенного содержания токсичных веществ в отработавших газах автомобилей

Повышенный выброс токсичных веществ на единицу транспортной работы или перевозку одного пассажира связан с нарушением специальных характеристик автомобилей и несовершенством системы управления транспортным процессом. Поэтому удельная величина выброса токсичных веществ при одних и тех же условиях эксплуатации меняются в широких пределах.

Основными причинами повышенного содержания токсичных веществ в ОГ эксплуатирующихся автомобилей является загрязнение состава горючей смеси на основных эксплуатационных режимах ухудшение процесса воспламенения горючей смеси [8,9].

Нарушение состава горючей смеси связано с изменением стабильности регулирования характеристик двигателя и его систем. Выбросы  $CO_x$  в ОГ достигает максимального значения при  $\alpha=1,1$  и уменьшается при увеличении и уменьшении указанной единицы. Выброс  $NO_x$  уменьшается с увеличением запаздывания зажигания и достигает максимума при наиболее большой горючей смеси. При  $\alpha=0,9$   $NO_x$  снижается почти на 5-45% при зажигании угла опережения на  $18-20^\circ$ , однако при этом удельный расход топлива возрастает до 12%. Содержание  $HC$  в ОГ снижают также путем уменьшения угла опорожнения зажигания [8,9].

Методы воздействия на состав ОГ автомобильных двигателей, предусматривают улучшение качества протекания процесса и полноты сгорания топлива в цилиндрах двигателя, изменение состава ОГ в выпускной системе двигателя, применение указанных методов одновременно.

Уменьшение содержания токсичных веществ в ОГ путем оптимизации процесса сгорания является наиболее перспективным методом, так как продукты неполного сгорания  $CO$  и  $HC$  легче нейтрализуются на стадии их образования, чем в выпускной системе с применением пока еще ненадежно работающих и дорогостоящих нейтрализаторов [8,9].

Загрязнение атмосферы городов зависит непосредственно от интенсивности автомобильного движения, организации дорожного движения, степени мастерства вождения, технического состояния транспортных средств в планово-предупредительной системы ТО и ТР автомобилей, а также применения антиоксидантных устройств [9,10].

Анализ транспортного процесса показывает, что при работе двигателя на холостом ходу степень концентрации  $CO$  превышает 2,1, а на режимах принудительного холостого хода в 1,6-1,9 раза установившиеся режимы. Вследствие этого в центральной части города степень концентрации в атмосфере  $CO$  в 3-4 раза больше, чем на скоростных автомобильных

магистральных, что приводит к увеличению выброса  $\text{NO}_x$  в 1,45 раза. При равномерном движении автомобилей  $\text{СН}$  снижается в 1,7 – 1,85 раза по сравнению с не установленными режимами движения автомобилей.

Неправильное управление водителем приводит к увеличению токсичных выбросов  $\text{CO}$  и  $\text{СН}$  на 25-30% и  $\text{NO}_x$  на 10-15%.

Применение антитоксичных устройств и регулировки карбюратора позволяет уменьшить выброс токсичных веществ на единицу хода (г/км), в том числе  $\text{CO}$  в 2,1,  $\text{СН}$  в 1,5 и  $\text{NO}_x$  в 2,6 раза (таблица 4) [9].

Проблема разработки промышленных методов и прогрессивной технологии в области технической эксплуатации автомобильного транспорта предусматривает решение широкого круга научно-технических и организационно-технологических вопросов, включающих: повышение профессионального знания водительского и технического персонала, ИТР, разработку прогрессивных технологических методов контроля и регулировки автомобилей, создание необходимой для этих целей контрольно-измерительной аппаратуры, оборудования и приборов, организация постов контроля токсичности ОГ, нормирование контроля токсичности ОГ.

Таблица 4 – Удельный выброс токсичных веществ автомобилем малого класса с карбюраторным двигателем

Конструктивные особенности автомобиля	Выброс токсичных веществ, г/км		
	$\text{CO}$	$\text{СН}$	$\text{NO}_x$
автомобиль: без устройств снижения токсичности ОГ	25,7	1,9	2
с комплектом антитоксичных устройств	12	1,02	0,75
предельно допустимая норма с 1.1.1978 г.	16,75	1,17	0,85

Токсичность ОГ автомобилей оценивают по ездовым циклам, характеризующим движение автомобилей в реальных условиях эксплуатации. Однако реализация их в условиях АТВ в ближайшие годы затрудняется из-за отсутствия необходимого оборудования и приборов, полной трудоемкости и большой продолжительности проведения испытаний. Кроме того, испытания даже подготовленного автомобиля отличаются нестабильностью (до 40% и выше) результатов определения массы токсичных веществ в ОГ. Поэтому при проведении контрольных испытаний автомобиль особенно тщательно подготавливают к работе и правильному выполнению операции ездового цикла [9].

Для решения проблемы рациональной организации движения, в том числе безостановочного движения автомобилей, предусматривают строительство пешеходных переходов и туннелей.

Наличие средств регулирования на перегоне длиной 1 км неизбежно увеличивает выброс токсичных веществ с ОГ (таблица 5) [9].

Таблица 5 – Влияние режима дорожного движения на удельный выброс токсичных веществ автомобилем среднего класса с карбюраторным двигателем

Режим дорожного движения	Выброс токсичных веществ, г/км		
	СО	СН	NO <sub>x</sub>
Безостановочное на перегоне	18,2	1,37	1,09
Значение их перегона при наличии средств регулирования (светофор)	19,6	1,50	1,07
Одного перекрестка	21,5	1,55	1,06
Двух перекрестков	21,2	1,62	1,05

Выброс токсичных веществ автомобиля в различных условиях эксплуатации изменяется в зависимости от скорости движения автомобиля. В городских условиях эксплуатации при невысоких скоростях движения выброс СО в 1,45-2,2 и СН в 2,1- 2.5 раза выше по сравнению со свободным движением. При повышении скоростей эта разница заметно уменьшается (таблица 5) [8,9].

На основании статистики отработавшие газы (ОГ) содержат сложную смесь, насчитывающую более 180 соединений. В основном это газообразные вещества и небольшое количество твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии. В выхлопных газах содержатся окись углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды, сажа, бенз(а)пирен, диоксид, формальдегид, бензол и т.п.

Всеобщая автомобилизация неизбежно сопровождается увеличением потребления жидкого нефтяного топлива и соответственно значительными выбросами выхлопных газов в окружающую среду.

Из таблицы 6 видно, что количество выбросов существенно зависит от конструкции двигателя, при этом дизельные двигатели экологически оказываются более приемлемыми. Однако вне меньшей степени количественный и качественный состав выхлопных газов зависит от технического состояния, условий и режима работы двигателя. Особенно резко увеличивается концентрация вредных веществ в выбросах автомобилей при работе на холостом ходу.

В общем случае в составе отработавших газов двигателей могут содержаться следующие нетоксичные и токсичные компоненты: O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, СО, СО<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>, С<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, С<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCN, H<sub>2</sub>, •ОН, H<sub>2</sub>O [8,9].

Основными токсичными веществами - продуктами неполного сгорания являются сажа, окись углерода, углеводороды, альдегиды. Вредные токсичные выбросы можно разделить на регламентированные и нерегламентированные.

Таблица 6 - Содержание токсичных выбросов в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания

	Доля токсичного компонента в ОГ ДВС			
	Карбюраторные		Дизельные	
	концентрация	на 1000л топлива, кг	концентрация	на 1000л топлива, кг
СО	0,5-12,0	до 200	0,01-0,5	до 25
NO <sub>x</sub>	до 0,8	20	до 0,5	36
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,2 – 3,0	25	0,009-0,5	8
Бенз(а)пирен	-	до 10 мкг/м <sup>3</sup>	-	-
Альдегиды	до 0,2мг/л	-	0,001-0,09 мг/л	-
Сажа	до 0,04 г/м <sup>3</sup>	1	0,01-1,1 г/м <sup>3</sup>	3

Они действуют на организм человека по-разному. Вредные токсичные выбросы: СО, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, R<sub>x</sub>CHO, SO<sub>2</sub>, сажа, дым. Оксид углерода – этот газ без цвета и запаха, более легкий, чем воздух. Образуется на поверхности поршня и на стенке цилиндра, в котором активация не происходит вследствие интенсивного теплоотвода стенки, плохого распыления топлива и диссоциации СО<sub>2</sub> на СО и О<sub>2</sub> при высоких температурах [8,9].

Во время работы дизеля концентрация СО незначительна (0,1...0,2%). У карбюраторных двигателей при работе на холостом ходу и малых нагрузках содержание СО достигает 5...8% из-за работы на обогащенных смесях. Это достигается для того, чтобы при плохих условиях смесеобразования обеспечить требуемое для воспламенения и сгорания число испарившихся молекул.

## 2.2 Транспортные потоки и окружающая среда

Экологическая безопасность автомобиля зависит и от режима движения автомобиля в транспортном потоке. В городе Алматы очень высокая плотность магистралей в центральной части города, которая составляет 4 км/км<sup>2</sup>, что приводит к большому количеству транспортных пересечений. Остро назрел вопрос о строительстве целого ряда транспортных развязок. Требуется решения вопрос рационального размещения автозаправочных станций (АЗС). Несмотря на принимаемые решения и меры по ввозу качественного топлива и горюче-смазочных материалов на территорию города Алматы, имеют место случаи завоза этилированного бензина. Учет транспортного потока дает возможность на единой методологической базе рассматривать эффективность мероприятий по

ограничению таких разных по физической сущности и характеру воздействия на человека и окружающую среду вредных экологических факторов, какими являются транспортный шум, вибрация, загрязнение атмосферного воздуха вредными компонентами отработавших газов, электромагнитные излучения, потребление топливных ресурсов [9].

Загрязнение окружающей среды автотранспортом формируется в основном при движении их в транспортном потоке. Поэтому именно на уровне транспортного потока выявляется эффективность всех мероприятий, проводимых в транспортной системе по охране окружающей среды. Критерии эффективности, в которой стремится каждое направление в решении экологических проблем в автотранспортной системе, также должны формироваться на уровне транспортного потока.

Современный автомобильный парк города характеризуется многообразием подвижного состава. В общем потоке по улицам одновременно движутся транспортные средства, отличающиеся типом двигателей и потребляемым топливом, сроком службы и техническим состоянием, степенью загрузки и характером груза.

Не менее многообразны и условия движения автомобилей в городах: длина перегонов и число движения, продольные уклоны и состояния покрытия, организация дорожного движения и т.д.

При движении автомобилей по улично-дорожной сети города происходят задержки их у перекрестков. В результате этого движение автомобиля становится импульсным – движение с постоянной скоростью сменяется торможением, остановкой и последующим набором скорости. Время движения с постоянной скоростью, частота и длительность задержек зависят от класса магистрали, частоты расположения перекрестков, уровня загрузки, условий движения, параметров светофорного регулирования [9].

Высокий уровень загрузки городских магистралей и частые остановки приводят к тому, что продолжительность движения автомобилей с установившейся скоростью в общем балансе времени работы транспортных средств, в городе, составляет менее 30%, а протяженность участка разгонов и замедления достигает 70-80% общего пути, пройденного автомобилем.

Соотношение времени работы автомобиля на различных режимах в значительной мере зависит от планировочных характеристик города и транспортно-эксплуатационных параметров его улично-дорожной сети, плотности и состава автомобильных потоков, уровня и условий организации дорожного движения [9].

Под вредностью автомобильного транспорта понимается уровень его отрицательного влияния на людей, животных и окружающую среду. Отработавшие газы (ОГ) представляют собой аэрозоль. Выбросы токсичных компонентов ОГ зависят не только от типа ДВС, но также от режима работы его, скорости движения, отрегулированности различных систем, узлов и агрегатов автомобиля.

Таблица 7 – Режим работы автотранспорта

Режим работы	Доля режимов					по расходу топлива
	по времени	по объему ОГ	по выбросам			
			СО	С <sub>n</sub> Н <sub>m</sub>	NO <sub>x</sub>	
Холостой ход	39,5	10	13-25	15-18	0	15
Разгоң	18,5	45	29-32	27-30	75-86	35
Устаңовившийся режим	29,2	40	32-43	19-36	13-23	37
Замедление	12,8	5	10-13	23-32	0-1,5	13

Из этой таблицы следует, что самым вредным с точки зрения загрязнения отработавшими газами для окружающей среды является большое количество разгоңов.

Были проанализированы возможности основных направлений оперативной организации дорожного движения по снижению расхода топлива автомобилями. Отметим, что под оперативной организацией дорожного движения подразумевается такие инженерные мероприятия, которые могут быть выполнены на существующей улично-дорожной сети без ее капитального переустройства и строительства, новых дорог.

Например:

- сокращение одного пересечения транспортных и пешеходных потоков;
- снижение уровня загрузки на 10% при групповом и колонном режиме;
- оптимизация состава транспортного потока;
- оптимизация цикла регулирования по минимуму расхода топлива;
- внедрение автоматической системы управления движением (АСУД).

В каждом конкретном случае оценить эффективность определенного мероприятия необходимо для конкретной магистрали с учетом параметров транспортного потока.

Темпы развития улично-дорожной сети существенно отстают от темпов автомобилизации. Многие городские улицы, особенно в центральной части города, не соответствуют современным технологическим нормативам, так как эта территория исторически застраивалась без учета транспортных потоков высокой плотности.

Известно, что состав отработанных газов зависит не только от вида топлива и системы двигателя, но и в большей степени от технического состояния и условий передвижения автомобиля. Так, в городе Алматы на некоторых автомагистралях, особенно в центре города, наблюдается такая плотность движения, что скорость движения машин составляет порой 4 км/ч.

В результате в приземном слое атмосферы повышаются объемы химических соединений 1-2 классов опасности. Так, концентрация бенз(а)пирена превышает предельно допустимую концентрацию в городе Алматы в 3-7 раз. Кроме этого выхлопные газы автомашин дают основную



массу свинца, износ шин – цинка. Эти тяжелые металлы относятся к сильным токсикантам [7,9].

Промышленные предприятия дают очень много пыли, окислов азота, железа, кальция, магния, кремния и меди. Эти соединения не столь токсичны, однако снижают прозрачность атмосферы.

Загрязнение воздушной среды тяжелыми металлами представляет серьезную опасность, что обусловлено их физиолого-биохимическими особенностями. Так, свинец вызывает в организме человека общую интоксикацию, заболевание центральной нервной системы, почек, печени, вызывает острую энцефалопатию, лейкомию, рассеянный склероз, мышечную болезнь. Огромный ущерб здоровью населения города Алматы, причиняемый вредными выбросами.

У здоровых людей организм справляется с отравленным воздухом, но на это уходит так много физиологических сил, что в результате все эти люди теряют работоспособность, производительность труда падает, а мозг работает совсем плохо.

Должны приниматься меры для улучшения качества отечественного автомобильного топлива. Однако импорт этилированных бензинов сохраняется. В результате в атмосферу от автотранспорта поступает больше свинца.

Существующее законодательство не позволяет ограничить ввоз в страну старых автомобилей с низким эксплуатационными характеристиками, и количество иномарок с большим сроком службы, не отвечающих нормам государственных стандартов.

### 2.3 Анализ автомобильного парка города Алматы

Основной проблемой загрязнения атмосферы города в последние годы стал постоянный рост выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом. Рост численности легковых и грузовых автомобилей, автобусов за последние годы, объективные трудности в обеспечении эффективного трафика по магистралям города, появившиеся автомобильные «пробки», все это является одним из важнейших определяющих факторов в наблюдающемся снижении качества атмосферного воздуха и увеличении его загрязнения [6].

По данным УДП ДВД на 1 октября 2008 года общее количество автотранспортных средств, зарегистрированных в городе Алматы, составляло 523022 автотранспортных средств, при этом ежегодный прирост составляет около 40000 автомобилей в год (рис.3). Количество автомобилей по типу составляет:

- легкового транспорта – **457550 ед.**,
- грузового – **32836 ед.**,
- автобусов – **13012 ед.**,
- прочих автотранспортных средств – **19624 ед.**

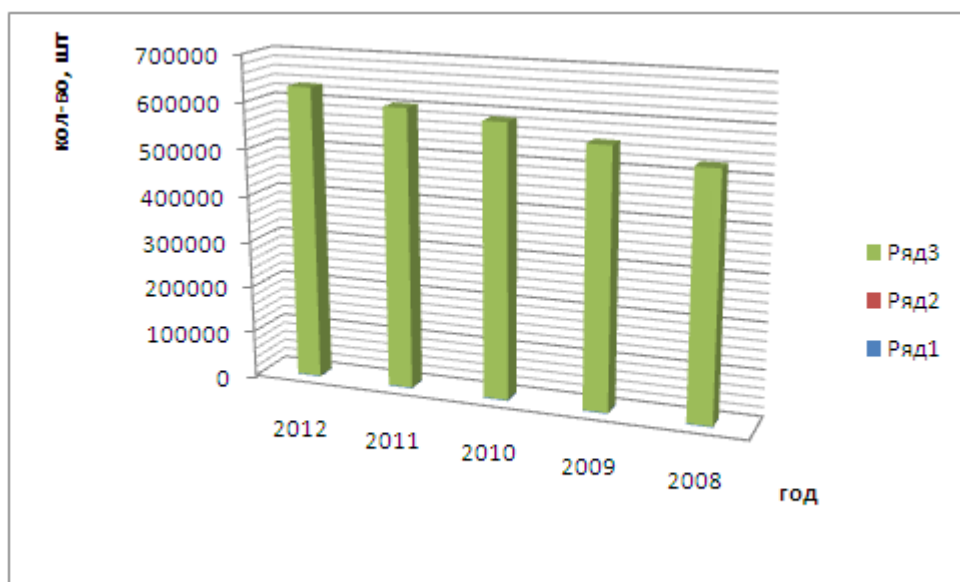


Рисунок 9 - Динамика роста численности автомобильного парка г. Алматы

По видам используемого топлива преобладают автомобили, работающие на бензине (таблица 8) [6].

Таблица 8- Количество автомобилей по видам используемого топлива

№ пп	Тип АТС	Бензиновые	Дизельные	Газовые	Работающие на смешанном топливе
1	Легковые	450738	5780	690	342
2	Грузовые	21466	10781	219	370
3	Автобусы	11072	1847	80	13
4	Специальные	1709	658	88	73

По годам выпуска преобладают автомобили, находящиеся в эксплуатации свыше 10-ти лет:

- 1960-1979гг. – **20 000 ед.** (4% от общего количества АТС);
- 1980-1989гг. – **95 000 ед.** (18% от общего количества АТС);
- 1990-1999гг. – **309 000 ед.** (59% от общего количества АТС);
- 2000-2008гг. – **99 000 ед.** (19% от общего количества АТС).

По данным Налогового комитета по г.Алматы за 2012 г. реализовано 105,3 тыс.тонн дизельного топлива, 357,7 тыс.тонн бензина разных марок, в т.ч. биотоплива, розничная реализация которого через сеть АЗС впервые среди стран СНГ начата в городе Алматы 7 июня 2008г. С июня месяца продажи биотоплива составили 3 794,9 тонн (5 131 880 л), марки БЭ-92 – 2480,1т (3 368 410л), БЭ-95- 1314,8 т (1 763 470л). Биотопливо представляет собой смесь бензина с добавлением 5% биоэтанола и многофункциональной

присадки производства компании BASF; оно обладает мощными свойствами и снижает нагарообразование в клапанах. При применении биотоплива снижаются выбросы вредных веществ в атмосферу от автотранспортных средств (до 50-ти % снижение выбросов серы и бензола) [6].

Таблица 9 - Анализ объема используемого топлива

№ п/п	Марки бензинов	Объем реализации бензина тыс.тонн/месяц	Объем реализации биотоплива БЭ-92 тонн/месяц	Объем реализации биотоплива БЭ-95 тонн/месяц
1	АИ-80	10,3 (26%)	-	-
2	АИ-92	5,96(15%)	413,4(7%)	-
3	АИ-93	13,9(35%)	-	-
4	АИ-95	3,6(9%)	-	219,1(6,1%)
5	АИ-96	5,96(15%)	-	-
ИТОГО		39,745	-	-

Выполненные с учетом типов и года выпуска АТС расчеты показали, что суммарный валовой выброс вредных веществ в атмосферу города Алматы от автотранспорта в 2008 году составил **190 100 тонн**, в т.ч. по ингредиентам, входящим в состав показателя ИЗА<sub>5</sub>:

- взвешенные вещества (сажа) – 308,8 т/год;
- окислы углерода – 145829,9 т/год;
- окислы азота – 17990,2 т/год;
- окислы серы – 1860,2 т/год;
- формальдегид – 133,9 т/год.

Валовой выброс прочих вредных веществ – углеводородов, бенз(а)пирена, бензолов и пр. – составляет 23 977 т/год (расчеты выполнены на основе «Методики определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» РНД 211.2.02.11-2004 (Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 20.12.2004 г. №328п) [6].

Для снижения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух города необходимо проведение качественного технического осмотра автотранспортных средств, для чего требуется оснащение станций технического осмотра оборудованием, соответствующим требованиям стандартам Евро, т.е. стендами и автоматизированным оборудованием, исключая «человеческий фактор» при осуществлении контроля норм токсичности и дымности выхлопных газов.

По ориентировочным расчетным данным, выполненным РНПЭИЦ «Қазэкология», при проведении качественного технического осмотра АТС возможно снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, так как, если

20% автомобилей 1960-1979гг. выпуска не пройдут технический осмотр по экологическим нормативам и следовательно, будут запрещены к эксплуатации, выбросы вредных веществ снизятся на 1240 т/год или на 0,6% от валового выброса загрязняющих веществ.

В 2010г. в случае запрета к эксплуатации 25% АТС 1960-1979 года выпуска, выбросы вредных веществ сократятся на 1550т/год.

К 2011г. в случае запрета к эксплуатации 30% АТС 1960-1979 года выпуска, выброс вредных веществ сократится на 1860т/год.

Аналогичная ситуация возможна с АТС последующих годов выпуска при ужесточении требований к содержанию вредных веществ в выхлопных газах автомобилей, т.е. с введением стандартов Евро. Ориентировочные выбросы вредных веществ от эксплуатируемых в городе автомобилей в зависимости от года выпуска и возможного пробега в течение года составляют :

- **11%** загрязняющих веществ от общего валового выброса составляют выбросы от автомобилей **1960-1989 годов выпуска (115 тыс. ед);**

- **59%** загрязняющих веществ от общего валового выброса составляют выбросы от автомобилей **1990-1999 годов выпуска (309 тыс. ед);**

- **30%** загрязняющих веществ от общего валового выброса составляют выбросы от автомобилей **2000-2011 годов выпуска (99 тыс. ед.) [6,7].**

Для решения вопросов оптимизации дорожного движения в городе продолжается строительство транспортных развязок. В 2007-2008 годах были введены в строй развязки по ул. Саица - ул. Джандосова, ул. Саица - ул. Шаляпина, пр. Абая - ул. Саица, ул. Саица - пр. Райымбека, пр. Райымбека - ул. Розыбакиева, ул. Розыбакиева - пр. Рыскулова, пр. Рыскулова - ул. Белицкого, пр. Рыскулова - пр. Сейфуллина, пр. Сейфуллина - пр. Аль-Фараби, пр. Аль-Фараби - ул. Фурманова. В 2009 год завершили строительства на пр. Аль-Фараби-ул. Жарокова, ул. Саица - ул. Толе би, разрабатываются ПСД на строительство еще 10 транспортных развязок. Проведенный Управлением госсанэпиднадзора мониторинг качества атмосферного воздуха вдоль автомагистралей после ввода в действие вышеуказанных транспортных развязок показал снижение на 11% количества показателей вредных веществ, превышающих ПДК [6,7].

- Проведенный мониторинг плотности и скорости движения транспорта на автомагистралях показал, что с введением развязок скорость движения возросла, что приводит к снижению выбросов вредных веществ в атмосферу, несмотря на увеличение плотности движения. Например, до строительства развязки по ул. Саица - ул. Жандосова - плотность движения составляла 4600 АТС/час, после строительства - 7706 АТС/час.

- Полученные аналитической лабораторией РНПИЦ «Қазэкология» при проведении инструментальных замеров на автомагистралях города и на транспортных развязках данные об уровнях загрязнения атмосферного воздуха, подтверждают вышеуказанное (таблица10).

Результаты выборочного инструментального контроля загрязнения воздуха [6].

**Таблица 10** - Концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в апреле-мае 2012 года

Место отбора проб	Концентрации загрязняющих веществ (доли ПДК)					
	Взвешенные вещества	Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	Оксид углерода (CO)	Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	Фенолы (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	Формальдегид (CH <sub>2</sub> O)
<b>ЗАТОРЫ</b>						
Шаялипина – Правда	0,98	0,008	0,5	2,81	0,01	0,08
Саица-Фрунзе	1,62	0,066	0,5	17,5	1,60	0,02
Яссауи-Раймбека	1,38	0,011	0,8	11,7	0,03	0,08
Байтурсынова – Абая	2,48	0,048	1,8	1,41	1,50	0,02
Фурманова – Сатпаева	0,42	0,030	0,6	8,94	1,20	0,02
Домостроительная – Саица	1,12	0,018	1,3	1,03	0,002	0,08
Байзакова – Райымбека	2,52	0,042	1,5	0,76	1,50	0,02
<b>РАЗВЯЗКИ</b>						
Аль-Фараби-Достык	1,16	0,048	0,2	0,0	1,10	0,02
Мост на Рыскулова	1,18	0,038	0,7	0,71	1,20	0,02
Джандосова-Саица	0,50	0,018	0,2	0,02	0,03	0,02
Аль-Фараби-Фурманова	1,36	0,008	0,5	0,39	0,05	0,08
Аль-Фараби-Достык	1,16	0,048	0,2	0,0	1,10	0,02
Саица – Райымбека	1,64	0,010	0,6	0,88	0,03	0,08
Саица-Шаялипина	0,94	0,011	0,4	0,65	0,05	0,08

Оценка текущего загрязнения атмосферного воздуха передвижными источниками (автотранспортом) осуществляется на основании требований РНД 211.2.02.11-2004 «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов».

Моделирование рассеивания вредных веществ от передвижных источников показывает, что при расчетных метеорологических условиях поле концентрации с ПДК>2 по группе суммации (NO<sub>2</sub>+SO<sub>2</sub>) накрывает

практически всю селитебную зону города Алматы, а в его центральной части, вблизи наиболее важных автомагистралей, концентрации резко возрастают до 5-10 и даже до 25 значений ПДК.

С целью снижения загрязнения атмосферного воздуха разрабатывается также ПСД строительства ЛРТ- легкого рельсового транспорта – трамвая нового поколения, первая линия которого пройдет от ул. Момышулы - ул. Толе би – ул. Байтурсынова - ул. Макатаева - ул. Жетысуской. Для снижения выбросов вредных веществ от автотранспорта в Малом Алматинском ущелье, необходима разработка ПСД и строительство троллейбусной линии от пр. Достык до СК «Медеу». Кроме того, на атмосферу города оказывает свое влияние и иногородний и транзитный транспорт. Ежедневно на территорию Алматы въезжает в среднем 200 тыс. единиц АТС, которые также вносят свою лепту в общее загрязнение атмосферного воздуха. Таким образом, общее количество автотранспортных средств, ежедневно находящихся в городе и выбрасывающих вредные вещества в атмосферу города Алматы превышает 700 тыс. единиц. В связи с этим возникает необходимость принятия мер по ограничению въезда иногороднего транспорта, несоответствующего стандартам Евро; ужесточению контроля норм токсичности выхлопных газов, контролю качества используемого автотоплива [6].

## **Выводы**

1. Показано удельные выбросы токсичных веществ автомобилей малого класса с карбюраторным двигателем.
2. Дано влияние режима дорожного движения на удельный выброс токсичных веществ автомобилем среднего класса с карбюраторным двигателем.
3. Показано содержание токсичных выбросов в ОГ в ДВС.
4. Приведены данные изменения токсичности ОГ в зависимости от способа ее снижения у современных автомобилей.
5. Рассмотрены режимы работы автотранспорта, дан анализ автомобильного парка г. Алматы, дана динамика роста численности автомобильного парка.
6. Приведено распределение количества автомобилей по видам используемого топлива, дан анализ объема используемого топлива в зависимости от марки топлива;
7. Приведены изменения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе весной 2012 года.

## **3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ Г.АЛМАТЫ**

### **3.1 Методы контроля загрязнения атмосферы**

Введение законодательных норм, ограничивающих содержание вредных веществ в отработавших газах, существенным образом повлияло на дальнейшее развитие и совершенствование конструкций автотранспортных средств, создание метеорологических служб контроля качества атмосферного воздуха, повышение культуры технической эксплуатации автотранспортных средств.

Определение концентрации различных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей основано на физических или химических свойствах анализируемых компонентов. Существует целый ряд методов определения вредных компонентов в отработавших газах автотранспортных средств [22].

Методы и средства контроля токсичности ОГ можно классифицировать с точки зрения объекта анализа, его целей, основополагающих физико-химических процессов, прерывности анализа и транспортабельности газоанализатора. По транспортабельности приборы подразделяются на переносные, настольные и стационарные, особо выделяются лабораторные комплексы и система. Наряду с приведенной классификацией методов анализа того или иного компонента или группы компонентов. При прочих равных условиях целенаправленные методы определения одного компонента проще и дают более надежные и точные результаты, чем анализ нескольких компонентов.

Другое направление аналитического приборостроения, ориентированного на контроль ОГ автомобилей, связано с разработкой и выпуском приборов, используемых на производственных участках предприятий автомобилестроения, для контроля экологичности двигателя и других систем автомобиля, а также на станциях техобслуживания автомобилей для регулировки их систем [21,22].

С учетом необходимости излучения наиболее достоверных данных, достижения наивысшей чувствительности и селективности, а также опыта эксплуатации наибольшее распространение получили анализаторы непрерывного действия для контроля в атмосфере вредных компонентов, основанные на использовании методов, приведенных в таблице 14.

Ниже приводятся некоторые из этих приведенных методов и средств инструментального контроля параметров состояния атмосферы и анализа отработавших газов и использованием литературных данных.

Таблица 11 – Методы контроля загрязнения воздуха

Метод контроля	Контролируемый компонент
абсорбционный метод спектрального анализа: инфракрасная область спектра (0,2-0,4мкм), ультрафиолетовая область спектра (2-10мкм)	Оксид углерода, озон
пламенно-ионизационный	Углеводороды, органические вещества
Хемилюминесцентный	Оксид, диоксид, сумма оксидов азота, озон
Флуоресцентный	Диоксид серы, сероводород
пламенно-фотометрический	Диоксид серы, сероводород
Радиометрический	Пыль
Гравиметрический	Пыль
Электрохимический	Оксид углерода, сероводород, диоксид серы

### 3.2 Электрохимические методы газового анализа

Электрохимический метод основан на использовании химических сенсорных датчиков (ХСД). ХСД состоит по крайней мере из двух чувствительных элементов и определенного химического покрытия, которое непосредственно контактирует с анализируемой средой и на котором происходит адсорбция анализируемого компонента. В зависимости от того, какие химические свойства, зависящие от адсорбированного количества вещества, измеряются, ХСД делятся на кондуктометрические, кулонометрические и с электрохимическими преобразователями и т.д. [22].

Кондуктометрические приборы работают по принципу поглощения анализируемого компонента газовой смеси соответствующим раствором и измерения электропроводности раствора. В зависимости от состава вспомогательного раствора и геометрии ячейки кондуктометрические газоанализаторы могут измерять такие газы, как оксиды серы, аммиак и т.д. Для определения оксидов азота и других газов применяются кулонометрические газоанализаторы, в которых ток электродной реакции окисления определяемого компонента несет информацию о его концентрации. Метод очень чувствителен, но не эффективен, что требует предварительной обработки газовой смеси и периодичной замены реактивов [21,22].

Чувствительный элемент газоанализатора с электрохимическим преобразователем представляет собой сложную систему с желеобразным электролизом, заполняющим пространство между чувствительным и счетным электродами. Верхний слой электролиза отделен от прокачиваемого через прибор воздуха тонкой полупроницаемой мембраной прибора.



Избирательность прибора обеспечивается материалом мембраны и электродов, составом электролита и величиной потенциалов на электродах.

Электрохимические методы газового анализа получила широкое применение для определения концентрации различных компонентов в лабораторных и в промышленных условиях. Это объясняется сравнительной простотой электрохимических газоанализаторов, их низкой чувствительностью к механическим воздействиям, малыми габаритами и массой, незначительным электропотреблением.

Таблица 12– Характеристики электрохимических анализаторов

Тип прибора (изготовитель)	Анализируемый газ	Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Погрешность, ±	Примечание
Мод. 1000, 4000 (interscan, США)	NO	(0-50) (0-50) (0-100) (0-500)	±2	переносной
	NO <sub>2</sub>	(0-2) (0-10)	±2	»
	SO <sub>2</sub>	(0-50) (0-1) (0-5) (0-10)	±2	»
	H <sub>2</sub> S	(0-50) (0-1) (0-10)	±2	»
	O <sub>2</sub>	(0-20) (0-2) (0-5) (0-10)	±2	»
Серия 7 (Rikan, Япония)	H <sub>2</sub> S	(0-100)	±2	переносной
	NO	(0-100)		
	NO <sub>2</sub>	(0-15)		
	CH	(0-3)		
	SO <sub>2</sub>	(0-15)		
621ЭХ-31 (Киевское ЦПО «Анализприбор»)	SO <sub>2</sub>	0-60 0-150	±5	»
	Атмосфера -1М (Смоленское ПО «Анализ- прибор»)	H <sub>2</sub> S	0-0,05	±50
SO <sub>2</sub>		0-0,5	±20	
		0-0,5		
		0-2		

Благодаря перечисленным факторам электрохимический метод газового анализа практически не имеет конкуренции при создании переносных приборов, а также газоанализаторов для оснащения передвижных лабораторий, эксплуатируемых в условиях организации мощности питания.

Не менее перспективен он и для создания автоматических газоанализаторов для контроля токсичных примесей в атмосфере, так как при этом обеспечивается определение большого количества компонентов на одной аппаратной основе [21,22].

Как уже отмечалось, электрохимические анализаторы нашли широкое применение для контроля оксида углерода, диоксида серы и других токсичных компонентов в атмосфере: мод.1000, 4000, мод.LD-SERIE, мод.19-ZOLL(переносной, стационарный варианты), серия 7 (Япония).

Требованиям ГОСТа по контролю оксида углерода в атмосфере из перечисленной номенклатуры в наибольшей степени соответствует газоанализатору «Палладий-3», использование которого наиболее эффективно в составе передвижных станций. В системах автоматизированного контроля атмосферы применение газоанализатора возможно только после модернизации, обеспечивающей необходимый уровень автоматизации прибора. Для передвижных станций целесообразно использование приборов фирмы LaterScan (США), отличающихся также большим числом модификации для контроля различных вредных веществ.

### **3.3 Контроль углеводородов с применением пламенно-ионизационного метода**

Одним из основных компонентов, загрязняющих атмосферу и оказывающим вредное влияние на человека, являются углеводороды. Задача их контроля избирательными методами анализа представляется весьма ценной, потому что в воздухе одновременно может присутствовать большое число углеводородов различных классов.

По этой причине для автоматического контроля углеводородов в настоящее время значительное распространение получил пламенно-ионизационный метод, с помощью которого измеряется суммарная концентрация углеводородных паров и газов. Он обеспечивает измерение суммы углеводородов в диапазоне 10-10000 ppm, отличается высокой чувствительностью (до 0,001 ppm) и малой инерционностью.

Метод основан на ионизации углеводородов в водородном пламени. В чистом водородном пламени содержание ионов незначительно. При введении углеводородов в пламя количество образующихся ионов значительно увеличивается и под действием приложенного электрического поля между коллектором и горелкой возникает ионизационный ток, пропорциональный содержанию углеводородов [21,22].

Пламенно-ионизационные газовые анализаторы позволяют контролировать не только сумму углеводородов, но и отдельно определять

содержание метана реакционно способных углеводородов. С этой целью в прибор вводится дополнительный блок очистки пробы от углеводородов за исключением метана. В большинстве случаев работа таких устройств основана на каталитических или адсорбционных методах.

К пламенно-ионизационным газоанализаторам относятся 623 ИИ-02, 623 КПИ-03 (КППО «Анализ-прибор»), ГАММА-М (Московское ОККА), мод.3000 (Environment, Франция) [22].

Из отечественных анализаторов условиям применения и автоматизированных системах отвечают приборы 623 ИИ-02 и 623КПИ-03. При выборе аппаратных средств для комплектования автоматических станций и передвижных лабораторий для контроля загрязнения атмосферного воздуха в настоящее время целесообразна ориентация на импорт или восстановление в сети Казгидромета ранее выпущенных анализаторов 623 ИИ-01.

### **3.4 Контроль оксидов азота и озона с использованием хемилюминесцентного метода анализа**

Хемилюминесценция – свечение сопровождающее экзотермические химические процессы. В газовой фазе оно обычно связано с появлением электронно-возбужденных частиц, и последующим переводом их в обычное состояние сопровождающимся свечением. Одной из типичных подобных реакций является воздействие окиси азота с озоном. Интенсивность хемилюминесцентного излучения пропорциональна количеству NO. На этой реакции основана определение окислов азота, более точное и стабильное, менее трудоемкое и длительное по сравнению с другими методами. Хемилюминесцентный метод газового анализа, основанный на реакции оксида азота и озона, подающихся одновременно в реакционную камеру, является в настоящее время основным методом контроля оксидов азота в атмосферном воздухе и в промышленных выбросах [21,22].

Интенсивность хемилюминесцентного свечения в области волн от 600 до 2400 нм с максимумом в районе 1200 нм, пропорциональная концентрации оксида азота регистрируется фотоумножителем, используемым в качестве детектора. Присутствие других ионов (СН, СО<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>) приводит к тушению реакции хемилюминесценции, что снижает точность анализа. При наличии в пробе, кроме NO, NO<sub>2</sub> ее предварительно нужно превратить в NO путем нагрева пробы в каталитическом конверторе при температуре 270-500<sup>0</sup>С. Генераторы озона (озонаторы) являются основной частью хемилюминесцентных газоанализаторов. Обычно озон получают действием тлеющего разряда на кислородсодержащую смесь, например воздух, или путем действия на кислород ультрафиолетовых излучений.

Хемилюминесцентным методом можно также измерять содержание озона в атмосфере. Вспомогательным газом-реагентом в этом случае служит этилен высокой степени очистки (99,95%). Под действием ультрафиолетового

излучения между озоном и этиленом протекает реакция, сопровождающаяся люминесцентным излучением в области 330-650нм [21,22].

Газоанализаторы обладают чувствительностью до 0,01 ppm и высокой селективностью. Однако необходимость использования для работы газоанализаторов баллона с взрывоопасным этиленом представляет существенное неудобство при эксплуатации, в связи с чем в последнее время для контроля озона получили распространение не уступающие по чувствительности хемилюминесцентным недисперсионные УФ – фотометрические газоанализаторы, для работы которых не требуются какие – либо реагенты.

Наиболее высоким техническим уровнем обладают приборы АС-30М и модели 14 В/Ф/.

### **3.5 Методика прогнозирования загрязнения воздуха отработавшими газами автотранспорта**

Уровень загрязнения воздуха зависит в значительной степени от условий рассеивания примесей в атмосфере. При определенных метеорологических условиях концентрации примесей в воздухе увеличиваются и могут достигать больших значений. Предотвращение таких случаев на основе их заблаговременного прогноза и кратковременного снижения выбросов является существенным для улучшения состояния воздушного бассейна [21,22]. В зарубежных странах и в нашей стране уделено большое внимание вопросам краткосрочного прогнозирования загрязнения воздуха и предотвращения опасного роста концентраций вредных примесей в приземном слое атмосферы и неблагоприятные периоды. Впервые прогнозы уровней загрязнения воздуха начала разрабатываться в США с 1955 г. В этом разделе кратко изложены основные принципы краткосрочного прогноза загрязнения воздуха, принятые и внедренные в нашей стране, а также некоторые работы, которые ведутся в данном направлении за рубежом.

При решении задачи краткосрочного прогнозирования загрязнения воздуха [22] оказалось целесообразным рассматривать две его составляющие – локальное загрязнение, создаваемое отдельным источником выбросов, и фоновое загрязнение воздуха по городу в целом. В соответствии с этим разрабатывалось два вида прогноза.

Методика прогноза загрязнения воздуха от отдельных источников разработана с использованием результатов теоретических исследований процесса распространения примесей в атмосфере, написанных под руководством М.Е.Берлянда [15,17]. Работы осуществляются для объектов, являющихся в условиях данного города наиболее значительными источниками выбросов. Прогнозирование в данном случае сводится к предсказанию установленных заранее условий погоды, вызывающих высокие концентрации примесей в приземном слое воздуха в районе источника и к расчету создаваемых выбросами земного источника концентраций примесей

[ 20]. Для решения задачи прогноза уровня загрязнения воздуха по городу в загрязнении воздуха в городах, и разрабатывались диагностические схемы . Статистические методы прогноза загрязнения воздуха по городу в целом основаны на анализе фактических результатов контроля за концентрациями примесей в воздухе и за сопутствующими метеорологическими и синоптическими условиями.

Для характеристики загрязнения воздуха в целом по городу используются обобщенные показатели. Такие показатели, составленные по результатам наблюдения в ряде пунктов города за несколько сроков, существенно меньше подвержены случайным колебаниям, чем единичные данные о концентрации. Они отражают вклад в загрязнение воздуха преобладающих источников, а также фоновой концентрации в городе, они в меньшей степени зависят от режима выбросов и в основном определяются метеорологическими факторами. В качестве такого показателя использовалось среднее по всему городу значение концентрации отдельных примесей в данный день или срок  $q_j$  нормированное на среднюю сезонную концентрацию  $\bar{q}_j$

$$\bar{q} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{q_j}{q_j} \quad (2)$$

где индекс  $j$  – относится к пункту контроля, а  $N$  – число пунктов контроля в городе.

В качестве обобщенных показателей в работе Васильевой Н.Г., Генциховича Е.Л., Сошкина Л.Р. [22] использовались коэффициенты при членах разложения на естественные ортогональные функции. Концентрации примесей в воздухе, измеренные на стационарных постах контроля в конкретном городе, представлялись в виде:

$$q(y, t) = \bar{q}(y) + \sum_{i=1}^M a_i(t) \varphi_i(y) \quad (3)$$

Здесь  $q(y, t)$  – концентрация примеси, зависящая от точки пространства ( $y$ ) и момента наблюдения ( $t$ );

$\bar{q}(y)$  - средняя концентрация, зависящая от ( $y$ ), за сезон или полугодие, рассчитывается по результатам контроля в каждые годы в отдельности;

$\varphi_i(y)$  – система естественных ортогональных функций: эти функции определяются по фактическим результатам контроля, они являются собственными функциями матрицы коэффициентов корреляции между концентрациями примесей в различных точках города;

$a_i(t)$  – коэффициенты при соответствующих функциях, зависящие только от времени;

$M$  – количество членов разложения.

Коэффициент разложения  $a_i(t)$  находятся по формуле:

$$a_i(t) = \sum_{i=1}^N \varphi_i q_i(t) \quad (4)$$

где  $\varphi_{ij}$  – компоненты вектора  $\varphi_i$ , отнесенные к каждому стационарному посту наблюдения в городе.

$q_i(t)$  – отклонение средних концентрации примесей на стационарных постах наблюдения;

$N$  – количество постов наблюдений.

Анализ показывает, что уже сумма первых нескольких членов разложения позволяет достаточно точно оценить изменчивость поля концентраций. Можно сказать, что первый член разложения характеризует ту часть общей изменчивости, которая определяется одновременными изменениями уровня загрязнения по всему городу, второй и третий – основные отклонения от них.

Д.Р.Соңкин в качестве интегрального показателя загрязнения ввел величину:

$$R = m/n \quad (5)$$

получившую широкое распространение в работах по прогнозу загрязнения воздуха в нашей стране [21].

В формуле (9)  $n$  – общее количество измерений за концентрациями примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных пунктах контроля.

$m$  – количество измерений в течение этого же дня за концентрациями  $q$ , которые превышают среднее сезонное значение на каждом из постов контроля, более чем в 1,5 раза.

Параметр  $R$  рассчитывается для городов, где число стационарных пунктов контроля не менее трех, а число выполненных измерений за отдельные дни не менее 20. Очевидно, что  $R$  меняется от 0 до 1 [22].

Значительный рост концентраций на одной из стационарных постов контроля города мало скажется на значений параметра  $R$ , однако может заметно повысить среднюю по городу концентрацию примеси. В тоже время одновременный рост содержания примесей в разных частях города, который определяется метеорологическими процессами, достаточно хорошо выявляется при рассмотрении ежедневных значений параметра  $R$ .

По своему смыслу величина  $R$  близка к первому коэффициенту разложения поля концентраций на собственные функции  $a_1$ . В работах [21, 22] было показано наличие тесной связи между  $R$  и  $a_1$ . Коэффициент корреляции между ними достигает 0,80 – 0,90.

Параметр  $R$  используется в качестве интегрального показателя загрязнения воздуха и за рубежом: в Болгарии [22], Финляндии [23], Монголии [24]. И.Васильев рассмотрел корреляционные связи между параметром  $R$  и метеорологическими условиями в различные сезоны года для Алматы. В среднем для различных городов  $R \approx 0,2$ . Загрязнение воздуха по городу в целом можно считать повышенным при  $R \geq 0,2$ . В отдельные дни,

когда скопление примесей в городском воздухе наиболее велико, значения  $R$  превышают 0,5.

В таблице 13 приведены группы загрязнения воздуха и средние повторяемости этих групп полученные по материалам наблюдений в ряде городов нашей страны. Эти определения характеристик загрязнения воздуха в зависимости от значений параметра  $R$  используются в дальнейшем.

Таблица 13 - Группы загрязнения воздуха по городу в целом

Номер группы	Градации параметра $R$	Характеристика загрязнения воздуха	Средняя концентрация, %
I	0,36	относительно высокое	10
II	0,20 – 0,36	повышенное	40
III	$\leq 0,22$	пониженное	50

Анализ показал [25], что повышенное загрязнение воздуха для города в целом наблюдается нередко в течение нескольких дней подряд. Параметр  $R$  для данного дня существенно зависит от его значения  $R$  за предыдущий день. Если наблюдалось пониженное загрязнение воздуха, то только в 10% случаев можно ожидать, что на следующий день оно существенно увеличится.

На основании физических исследований и анализа фактических результатов контроля получены качественные выводы о возможном изменении уровня загрязнения воздуха [26]. К повышению уровня загрязнения устойчивости нижнего слоя воздушного бассейна атмосферы при слабом ветре;

- ослабление ветра при устойчивой термической стратификации;
- усиление ветра от 0 до 3-6 м/с при устойчивой стратификации;
- повышение температуры воздуха при слабом ветре (не более 5 м/с);
- образование туманов;

К снижению уровня загрязнения воздуха приводят:

- усиление ветра при устойчивой термической стратификации;
- выпадение осадков;
- увеличение циклической кривизны приземных изобар;
- адвекция холода в тропосфере;
- прохождение холодного фронта.

В качестве прогнозируемой величины обычно использовался параметр  $R$  [23], который является предиктантом. На основе статистических зависимостей между параметром  $R$  и метеоэлементами, которые являются предикторами, строились прогностические схемы.

В качестве предикторов выбирались те характеристики, которые в наибольшей степени определяют изменения концентраций примесей в воздухе. Главным для выбора предикторов является учет характера и тесноты связей между ними и показателями загрязнения атмосферы. При разработке прогностической схемы по материалам наблюдений в каждом конкретном

городе из всех возможных предикторов выбирались несколько наиболее значимых [22].

При выборе предикторов учитывались главные факторы, определяющие формирование уровня загрязнения атмосферы: направление переноса примеси, скорость их переноса, атмосферная устойчивость и связанная с ней степень вертикального перемешивания примесей, термическое состояние воздушной массы, от которого зависит подъем выбросов и всего объема воздуха над городом, вымывание примесей осадками, из аккумуляций в туманах и т.д. При выборе предикторов учитывались возможности их предсказания имеющимися способами.

Для учета направления переноса примесей и скорости их переноса использовались в качестве предикторов - направление ( $d$  - градусы) и скорость ветра ( $V_0$  - м/с) на высоте флюгера, зафиксированное на метеостанции города. В схемах прогноза, применяемых на практике их характеристики атмосферной устойчивости использовалось главным образом, разности температур ( $\Delta t$ ) между поверхностями земли и изобарической поверхностью 925 кПа. В настоящее время изобарическая поверхность 925 кПа является единственной поверхностью в пределах пограничного слоя для которой, составляется карта барической топографии. Скорость ветра в пограничном слое атмосферы  $V_1$  также рассматривались на изобарической поверхности 925 кПа. При разработке схем использовались и многие другие предикторы (градиент геопотенциала, суточные изменения температуры и др.), а также комплексные метеорологические предикторы, которые характеризуют процесс распределения примесей в атмосфере (толщина слоя термодинамического перемешивания; количественный синоптический предиктор -  $S_n$ , представляющий собой численную характеристику синоптической ситуации).

Следует особо выделять синоптический предиктор, т.к. метеорологических условиях, включают комплекс факторов влияющих на уровень загрязнения воздуха в городе. Кроме того, эти ситуации успешно предсказываются существующими способами. Л.Р.Соңгиным [23] были выделены синоптические условия при которых создается повышенное загрязнение воздуха в течение нескольких дней по материалам ряда городов нашей страны. Повторяемость периода с повышенным уровнем загрязнения воздуха при характерных метеорологических условиях показаны в таблице 16. Прогностические схемы разрабатывались с использованием различных статистических методов. Один из них простейший вариант метода распознавания образов. Этот метод основан на выделении характеристик метеорологических ситуаций для групп загрязнения воздуха (например, пониженного, среднего и повышенного) и определения близости к ним конкретной ситуаций [22].

Для более полного учета реального вида связей между загрязнением воздуха и метеорологическими параметрами использовался метод последовательной графической регрессии.



Таблица 14 – Периоды с повышенным уровнем загрязнения воздуха при неблагоприятных метеорологических условиях

Синоптическая ситуация	Охватываемая территория	Число периодов		Повторяемость (%) периодов с повышенным уровнем загрязнения
		общее	с повышенным уровнем загрязнения	
Центральный пост малоподвижного антициклона	повсеместно	109	88	81
Безградиентное барическое поле	повсеместно	57	39	67
Западная, северо-западная, северная периферия антициклона	Большая часть Казахстана	65	53	82
Южная периферия антициклона	Юг Казахстанской территории Алматы	15	14	93
Восточная периферия антициклона	Восточный Казахстан	37	30	81
Всего		283	224	79

Испытание схем разработанных с помощью данного метода, показало, что для них характерна наибольшая справедливость прогнозов – около 90%.

В диссертационной работе рассмотрены схема прогноза загрязнения воздуха диоксидом азота с использованием метода последовательной графической регрессии и метода множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей.

За рубежом широко использовался метод линейной множественной регрессии. По этому методу была разработана схема прогноза загрязнения атмосферы диоксидом серы для северной части республики для измерений концентраций. [28]. Уравнения регрессии получены для четырех типов погоды, которые выделены в зависимости от сочетания направленности переноса в атмосферной устойчивости, а также отдельно для постов наблюдений, расположенных в горных условиях, причем для холодной части года [22].

Уравнения регрессии имеют следующий вид:

$$q = b_0 - b_1\theta - b_2v_{830} - b_3\Delta T \quad (6)$$

здесь  $q$  – прогностическая концентрация;  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – постоянные коэффициенты, рассчитанные методом наименьших квадратов;  $\theta = 18 - T$ , где  $T$  – среднесуточная температура в °С предлагается, что  $\theta$  характеризует необходимую степень отопления;  $v_{830}$  – скорость ветра на уровне поверхности  $AT_{850}$ ,  $\Delta T$  – разность температур между уровнем земли и поверхностью  $AT_{850}$  и 13 часов. Опытная проверка прогнозов показали, что оправдываемость их наиболее высокая при предсказании низких концентраций.

Прогностическая схема по методу множественной линейной регрессии разработана также в г.Руане (Франция) по данным измерений суточных концентраций пыли и диоксида серы [27]. Уравнения регрессии получены для разных направлений ветра (по четырем зонам) по данным семи пунктов наблюдений отдельно для холодной и теплой частей года. Выполненный анализ показал, что возможно использовать только для предиктора – скорость ветра и температуру воздуха. Различия между прогностическими и измеренными концентрациями составили в среднем 30 – 40%. Экстремально высокие концентрации предсказывались хуже, чем часто встречающиеся.

Этот же метод использовался для прогноза концентрации  $SO_2$  в Словакии [24]. Уравнение регрессии получены при помощи статистической обработки данных измерений суточных концентраций  $SO_2$  на сети станции и метеорологических параметров. В уравнение регрессии были включены только два предиктора: концентрация  $SO_2$  в предшествующий день и средняя суточная температура воздуха. Оправдываемость воздуха составила 88 – 93%. Коэффициент корреляции между прогностическими и измеренными значениями концентрации  $SO_2$  колеблется в пределах 0,58 – 0,61[21].

В ряде исследований, выполненных за рубежом для разработки статистического прогноза загрязнения воздуха в городе использовались схемы множественной логарифмической регрессии. Одной из наиболее успешных (с коэффициентами корреляции между прогностическими и фактическими концентрациями 0,86 – 0,88) оказалась схема, разработанная Чандлером и Элеоном [29] и материалам суточных отборов проб пыли и диоксида серы в Манчестере. Их уравнение для прогноза концентраций диоксида серы в Манчестере имеет вид:

$$q = \frac{K(4 - T)^{0,37} q^{0,25}}{V_0^{0,34} H_0^{0,11}} \quad (7)$$

где  $K$  – постоянный коэффициент,  
 $T$  – температура воздуха,  
 $q'$  – исходная концентрация  $SO_2$ ,

$V_0$  - скорость ветра в приземном слое;  
 $H_0$  – высота слоя перемешивания.

Схемы прогноза загрязнения атмосферы в городе, разработанные по методам линейной и логарифмической регрессии, удовлетворительно позволяют предсказывать средние значения концентраций и хуже – их экстремально высокие значения [22].

Значительную роль в развитии и усовершенствовании прогноза загрязнения атмосферы имеет синоптический метод анализа. Этот метод был принят В.Клюгом для прогноза загрязнения воздуха диоксидом серы в Германии.

На основе анализа средних часовых концентраций  $SO_2$  на северо – западе и северо – востоке Алматы были выделены два типа эпизодов загрязнения воздуха (под эпизодом понимается период времени не менее 6 часов, когда концентрация превышает среднемесячное или среднегодовое значение).

К первому типу относятся случаи, когда скорости ветра малы или равны нулю. Стратификация приземного слоя атмосферы в этом случае является устойчивой. Основной вклад в высокую приземную концентрацию вносят низкие источники. Для синоптической ситуации часто характерен мощный антициклон, способствующий формированию приземной радиационной инверсий [22].

Ко второму типу относится ситуация, которая может привести к высоким приземным концентрациям и по многим аспектам отличается от первой. Прежде всего, примесь переносится за счет адвекции из больших промышленных районов на расстояния вплоть до 500 км. Эта ситуация характеризуется относительно большой скоростью и устойчивым во времени направлением ветра, мощной инверсией оседания в слое 500-800 м, ниже которой стратификация близка к безразличной. Для того, чтобы концентрация примесей оставалась высокой в течение многих часов, они не должны вымываться из атмосферы. Это означает, что для этого типа эпизодов характерной синоптической ситуацией является периферия стационарного антициклона.

В Японии с 1989 г. выполняется программа «Прогноз загрязнения воздуха диоксидом азота». В городских зонах в зимний период повышается концентрации диоксида азота, обусловленные метеобстановкой, тогда создаются застойные условия, не способствующие рассеянию загрязняющих атмосферу веществ в приземном слое на большой территории. Оправдываемость суточных диапазонов концентраций  $NO_2$  составляет 80-90% [24,25].

Таким образом, в настоящее время исследования в области краткосрочного прогнозирования загрязнения атмосферы проводится в ряде стран мира, а в некоторых из них в том числе и в Казахстане уже

составляются оперативные прогнозы и осуществляются меры по регулированию выбросов вредных веществ [ 24].

На сети Казгидромета в различных городах проводились внедрения методов прогноза загрязнения воздуха. При территориальных гидрометеоцентрах образованы прогностические группы, по существу создана новая служба прогноза. В 1993 году работы по прогнозированию загрязнения воздуха и регулированию выбросов в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) проводились в 245 городах. Прогнозы составляются в прогностических центрах, в том числе во многих из них – для группы городов заданного региона. Оправдываемости прогнозов загрязнения воздуха для большинства городов Казахстана составили 1991 году 90-95%.

### 3.6 Расчет выбросов вредных веществ от автотранспорта

В отличие от промышленных источников загрязнения привязанных к определенным площадкам и отделенных от жилой застройки, автомобиль является движущимся (нестационарным) источником загрязнений, широко встречающимся в жилых районах и местах отдыха. Расчет выбросов автотранспорта движущегося по конкретной автомагистрали производится по схеме, применяемой в ГТО им. Воейшица А.И [22].

Сводный расчет загрязнения воздуха, согласно которой масса выбрасываемого «i»-го вредного вещества  $M$  (г/км с) в единицу времени на единицу расстояния «n» группами автомобилей определяется по следующей формуле:

$$M_i = 1/3600 M_{in} \cdot N_n \cdot k_i \quad (8)$$

где:  $M_{i,n}$  – пробеговый выброс «i»-го вредного вещества автомобилями «n» группы для средних условий эксплуатации в городских условиях (г/км).

«n» - количество групп (категорий) автомобилей.

$N_n$  – фактическая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой «n» групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистралей в единицу времени в обоих направления по всем полосам движения (час);

$k$  – поправочный коэффициент, учитывающий скорость движения транспортного потока (км/ч) на выбранном участке автомагистрали, 1/3600 – коэффициент пересчета «час» в «сек».

Для определения фактической неисправности движения автотранспорта ( $N_n$ ) на участках автомагистрали проводится учет проходящих автотранспортных средств с подразделением на следующие группы:

I – легковые (с делением на автомобили СНГ и зарубежные)

II – грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе);

III – грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном газе);

IV – автобусы карбюраторные;

V – грузовые дизельные;

VI – автобусы дизельные.

Причем учитывая, что в городе в последние годы резко возросло количество импортных автомобилей главным образом, устаревших моделей с истекшим сроком эксплуатации при подсчете числа легковых автомобилей отдельно выделяются импортные автомобили, отдельно – автомобили стран СНГ.

Пробеговые выбросы (г/км) оксида углерода, углеводорода, оксидов азота для всех групп автомобилей в зависимости от расчетов года приняты постоянными и приведены в таблице 15[22].

Таблица 15 - Значения  $M_{i,n}$ (г/км) для различных групп автомобилей

Наименование групп автомобилей	№ группы	Выброс, г/км					
		Оксид углерода	Диоксид	Углеводороды	Сажа	Диоксид серы	Соединения свинца
легковые	I	25,5	1,8	2,1	-	0,095	0,0186
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3т (в т.ч. работающие на сжиженном нефтяном газе и микроавтобусы)	II	69,4	3,9	11,5	-	0,18	0,026
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в т.ч. работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	96,4	5,2	13,4	-	0,22	0,33
Автобусы карбюраторные	IV	97,6	5,3	13,4	-	0,278	0,0407
Грузовые дизельные	V	24,9	7,7	9,3	0,3	1,25	-
Автобусы дизельные	VI	24,7	8,0	9,5	0,3	1,99	-

Данные поправочного коэффициента  $k_i$ , определяется исходя из средней скорости движения транспортного потока по данной магистрали. Средняя скорость движения автомобиля на автомагистрали ( $V$ , км/час) оценивается на основе показаний спидометра автомобиля-лаборатории, движущейся в потоке транспортных средств на выбранном участке данной автомагистрали.

Наша рассматриваемая магистраль имеет несколько пересечений (без светофорного регулирования) и является главной, то скорость движения транспортного потока определяется по всей ее протяженности. Для такой автомагистрали длиной  $L$ , км мощность выброса, определяется как сумма мощностей выбросов по каждому из направлений движения. Если рассматриваемая магистраль имеет перекрестки со светофорным регулированием или структура и интенсивность транспортных потоков на протяжении магистрали изменяется, то определение выбросов производится на отдельных ее участках по специально утвержденным формулам [22].

Значение коэффициента  $k_i$  представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Значение коэффициентов  $k_{i,v}$  учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

	Скорость движения ( $V$ , км/час)							
	10	20	30	40	50	60	80	100
$k_{i,v}$	1,35	1,2	1,0	0,75	0,5	0,3	0,5	0,65

*Примечание для диоксида азота значение  $k_{i,v}$  принимается постоянным и равным 1.*

На основе полученных результатов о составе и интенсивности транспортных потоков определились значения  $N$  для каждой группы автомобилей и скорость для транспортного потока, характеризующие наибольшие выбросы вредных веществ в атмосферу (сочетание высокой интенсивности движения и доли грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями в общем составе транспортного потока).

Рассчитанные значения выбросов нормируются на протяженность автомагистралей, потому автомагистрали с учетом их конфигурации разбиваются на ряд прямоугольных участков [22].

Расчет выбросов автотранспорта движущегося на ул. Рыскулова.

Подсчет автотранспортных единиц производится по 3-м категориям: легковые, грузовые автомобили и автобусы через каждые 10 минут в период наибольшей интенсивности движения. Общая интенсивность движения составила 1962 ед/час, в т.ч. легковых – 1890 ед/час, грузовых – 54 ед/час, автобусов – 18 ед/час. Скорость движения равна 25 км/час. Из таблицы находим, что:  $M_{inCO}$  = легковые – 25,5 г/км; грузовые – 47,2 г/км; автобусы – 61,2 г/км.

$M_{ivNOx}$  = легковые – 1,8 г/км; грузовые – 5,3 г/км; автобусы – 6,7 г/км.

$M_{ivCxHy}$  = легковые – 2,1 г/км; грузовые – 10,2 г/км; автобусы – 11,5 г/км.

$$k_{iv} = 1,2.$$

Рассчитаем суммарный выброс CO, обозначив через  $M_1$  – выброс легковых и  $M_2$  – грузовых автомобилей, и  $M_3$ - выброс производимый автобусами. П. 3. мы спускаем расчет выбросов автотранспорта при остановках их у перекрестков.

Рассчитаем суммарный выброс CO:

$$M_1 = 1/3600 \cdot 16,3 \cdot 1890 \cdot 1,2 = 13,3 \text{ г/с.}$$

$$M_2 = 1/3600 \cdot 20 \cdot 54 \cdot 1,2 = 0,69 \text{ г/с.}$$

$$M_3 = 1/3600 \cdot 33,2 \cdot 18 \cdot 1,2 = 0,33 \text{ г/с.}$$

$$\Sigma M_{CO} = 23,04 \text{ г/с.}$$

Рассчитаем суммарный выброс  $NO_x$ :

$$M_1 = 1/3600 \cdot 2,2 \cdot 1890 = 0,94 \text{ г/с.}$$

$$M_2 = 1/3600 \cdot 7,6 \cdot 54 = 0,08 \text{ г/с.}$$

$$M_3 = 1/3600 \cdot 7,5 \cdot 18 = 0,03 \text{ г/с.}$$

$$\Sigma M_{NO_x} = 1,05 \text{ г/с.}$$

Рассчитаем суммарный выброс  $C_xH_y$ :

$$M_1 = 1/3600 \cdot 1,6 \cdot 1890 \cdot 1,2 = 0,83 \text{ г/с.}$$

$$M_2 = 1/3600 \cdot 7 \cdot 54 \cdot 1,2 = 0,18 \text{ г/с.}$$

$$M_3 = 1/3600 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 0,75 = 0,07 \text{ г/с.}$$

$$\Sigma M_{C_xH_y} = 1,08 \text{ г/с.}$$

Таким образом выбросы оксида углерода, диоксида азота и углеводородов на улице Рыскулова составляют соответственно:

$$23,04 \text{ г/с, } 1,05 \text{ г/с и } 1,08 \text{ г/с.}$$

Расчет концентраций загрязняющих веществ содержащихся в выбросах автотранспорта проводится по унифицированной программе расчета загрязнения атмосферы (УП РЗА) «ЭКОЛОГ», реализующей положения «Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)» Казгидромета.

Учитывая специфические особенности автотранспорта, как источника загрязнения атмосферы, параметры расчетных прямоугольников, процедура в режим расчетов графика построения карт максимальных концентраций задавались применительно к задаче оценки загрязнения воздуха автотранспортным потоком, стилизуемым площадным источником без существенного перегрева газовой воздушной смеси.

Размеры прямоугольника (16×22 км) были выбраны исходя из дислокации расположения выбранных автомагистралей и возможных зон влияния их выбросов. Расчеты проводились в соответствии с метеорологическими характеристиками и параметрами, определяющими условия размещения загрязняющих веществ в атмосфере Алматы и шагом расчетной сетки 100-200м. В каждом узле расчетной сетки рассчитываются максимальная по скоростям и направлению ветра суммарная приземная концентрация, создаваемая выбросами автотранспорта [22].

Более детальные исследования с нашим участием были проведены в одной из самых загруженных по количеству и всех видов передвижаемых транспортов района улиц Рыскулова.

Для более полной и достоверной оценки загруженности улиц автотранспортом подсчеты автомобилей необходимо производить одним из двух возможных вариантов.

Подсчет автомобилей производится на одной улице, но в течение двух временных отрезков. Например, в утренние часы (с 9 до 10 утра) и в дневные часы (с 17 до 18 часов).

Подсчет автомобилей производится на различных улицах (например, улица в центре города и на окраине, но в течение одного временного отрезка.

Мы будем работать по первому методу [41].

Обработка результатов:

Все собранные материалы запишем в таблицы 17 и 18.

Таблица 17 – Климатические условия улицы Рыскулова на момент проведения исследования

Тип улицы (характеристика улицы)	Уклон	Скорость ветра	Относительная влажность воздуха	Наличие защитной полосы из деревьев	Светофоров, дорожных знаков
Жилая улица с двухсторонней застройкой	0°	7-8 м/с	91 %	кусты	пешеходный переход

Таблица 18- Интенсивность движения автомобилей на улице Рыскулова, от улицы Қазыбаева до улицы Аэродромной с 9.00 до 10.00

Тип автомобиля	Количество автомобилей			Среднее количество автомобилей за 5 минут	Количество автомобилей за час
	5 минут	5 минут	5 минут		
Легкий грузовой	7	5	8	6,7	80
Средний грузовой	2	1	0	1	12
Тяжелый грузовой	1	0	0	1/3	4
Легковой	47	58	39	48	576
Автобус	4	4	4	4	48



Общее количество автомобилей	61	68	51	60	720
------------------------------	----	----	----	----	-----

Таблица 19- Интенсивность движения автомобилей на улице Рыскулова, от улицы Қазыбаева до улицы Аэродромной с 18:30 до 18:45

Тип автомобиля	Количество автомобилей			Среднее количество автомобилей за 5 минут	Количество автомобилей за час
	5 минут	5 минут	5 минут		
Легкий грузовой	8	0	5	7,5	90
Средний грузовой	1	2	1	1,3	15,6
Тяжелый грузовой	0	0	0	0	0
Легковой	63	71	59	64,3	772
Автобус	5	4	6	5	60
Общее количество автомобилей	77	77	71	78,1	937,6

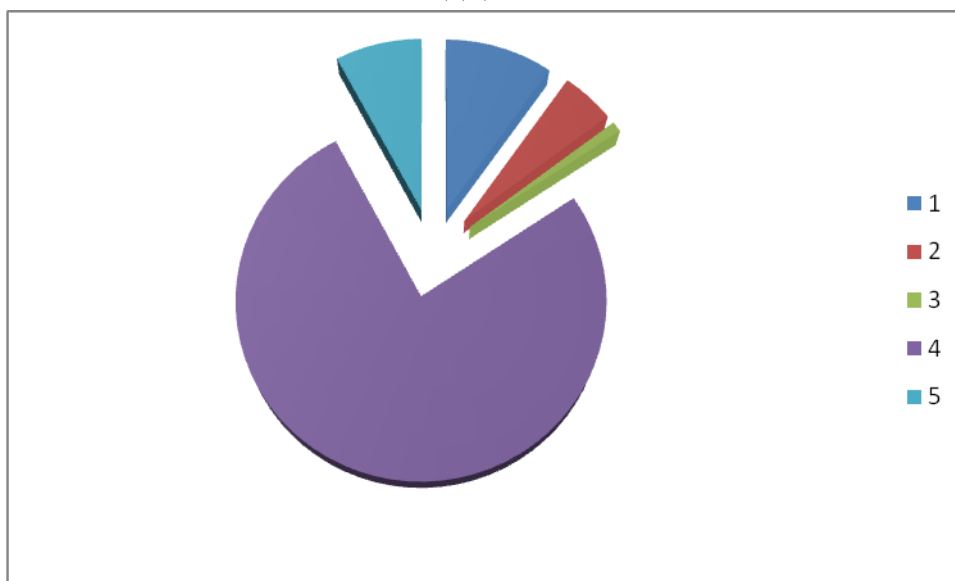
Суммарная интенсивность движения автомобилей за сутки. В ходе работы мы нашли среднее количество за два часа утром и вечером. Найдем среднее количество автомобилей за час, и умножим полученное количество автомобилей на 24.

$$N_{\text{сут}}^{\text{ср}} = \frac{937.6 + 720}{2} \cdot 24 = 19891.2 \quad (9)$$

загруженность улиц автотранспортом согласно ГОСТ Р 52033-2003. низкая интенсивность движения – 4 - 9 тысяч автомобилей в сутки; средняя - 10 - 19 тысяч высокая - 20 - 32 тысячи.

Как видно из госта на данном участке дороге высокая интенсивность движения. Построим диаграммы загруженности улиц автомобильным транспортом [41].

днем



вечером

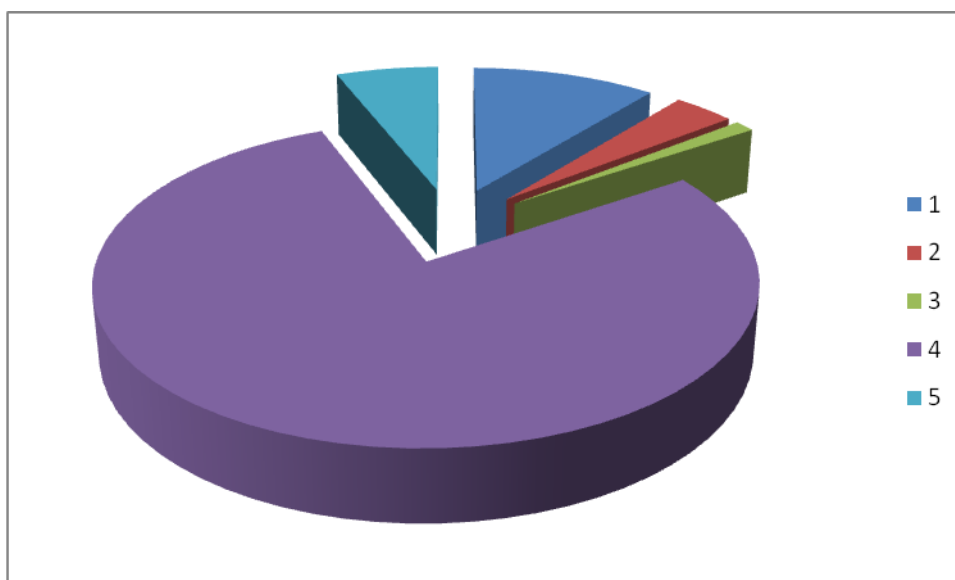


Рисунок 10 – Круговая диаграмма загруженности улиц автомобильным транспортом утром и вечером

- 1- легкий грузовой
- 2- средний грузовой
- 3- тяжелый грузовой
- 4- легковой
- 5- автобус

По таблицам 18 и 19 видно, что большинство автомобилей – легковые. Вечером интенсивность движения больше на 23 %, потому что днем практически все автолюбители находились на работе. Вечером они возвращались с работы.

Общий путь, пройденный каждым видом автотранспорта за 1 час ( L, км), по формуле:

$$L_i = N_i \cdot l_i \quad (10)$$

где:

N – количество автомобилей каждого типа за час;

l - длина участка, км.

Количество топлива [41]:

$$Q_i = L_i \cdot Y_i \quad (11)$$

Полученные результаты занесем в таблицу 22.

Таблица 20 - Расход топлива в зависимости от вида автомобилей

Тип автомобиля	Количество автомобилей N <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub> , в том числе	
		Бензин	Дизельное топливо
Легковые автомобили	674	20,75	-
Грузовые автомобили (на бензице)	98,8	8,29	-
Автобусы	54	6,35	-
Грузовые дизельные автомобили	2	-	0,18
	Всего ΣQ	35,39	0,18

Рассчитаем по каждому виду топлива количество выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по формуле:

$$V_i = K_i \cdot Q_i \quad (12)$$

Значения K возьмем из таблицы 20.

Результаты расчетов занесем в итоговую таблицу 22.

Таблица 21 - Количество вредных веществ в зависимости от вида топлива

Вид топлива	$\Sigma Q$	Количество вредных веществ		
		СО	Углеводороды	NO <sub>2</sub>
Бензин	35,39	21,23	3,54	1,4
Дизельное топливо	0,18	0,018	0,005	0,007
	Всего V,л	21,25	3,55	1,407

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы (по концентрации СО). Оценка по концентрации окиси углерода - СО, мг/куб.м [41].

Формула оценки концентрации окиси углерода:

$$R_{CO} = 0,5 + 0,01 \cdot N \cdot R_t \cdot R_a \cdot R_y \cdot R_c \cdot R_b \cdot R_p \quad (13)$$

где:

0,5 - фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/куб.м;

N - суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автомобиль/час;

R<sub>t</sub> — коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода;

R<sub>a</sub> - коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

R<sub>y</sub> - коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от продольного уклона;

R<sub>c</sub> - коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра;

R<sub>b</sub> - то же в зависимости от относительной влажности воздуха;

R<sub>p</sub> - коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода у пересечения улиц.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$R_{ii} = \sum P_i \cdot R_{ii} \quad (14)$$

где:

$R_i$  - состав движения в долях единиц. Значение  $R_{ti}$  определяется по таблице 22.

$$R_{t1} = 0,11 \cdot 2,3 + 0,02 \cdot 2,9 + 0,00 \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 1 + 0,07 \cdot 3,7 = 1,37$$

$$R_{t2} = 0,09 \cdot 2,3 + 0,07 \cdot 2,9 + 0,00 \cdot 0,2 + 0,82 \cdot 1 + 0,06 \cdot 3,7 = 1,45$$

Таблица 22 - Коэффициент токсичности автомобилей

Тип автомобиля	Коэффициент $R_{ti}$
Легковой	1,0
Лёгкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжёлый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7

Значение коэффициента  $R_a$  учитывающего аэрацию местности, определяют по таблице 23.

Таблица 23 - Коэффициент аэрации местности

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент $R_a$
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3
Городские улицы с низкоэтажной застройкой	0,8

Значение коэффициента  $R_y$ , учитывающего изменение загрязнения воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяют по таблице 24.

Таблица 24 - Коэффициент, учитывающий загрязнение воздуха окисью углерода в зависимости от продольного уклона улицы

Продольный уклон (в градусах)	Коэффициент $R_y$
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра  $R_c$  определяется по таблице 25.

Таблица 25 - Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	Коэффициент $R_c$
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значения коэффициента  $R_b$ , определяющего концентрацию окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, приведены в таблице 26.

Таблица 26 - Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от влажности воздуха

Относительная влажность, %	Коэффициент $R_b$
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода  $R_p$  пересечения улиц приведен в таблице 27.

Таблица 27 - Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода в местах пересечения улиц

Тип пересечения	Коэффициент $R_p$
Регулируемое пересечение: - светофорами обычное - светофорами управляемое	1,8 2,1
Нерегулируемое пересечение: - со снижением скорости - кольцевое - с обязательной остановкой	1,9 2,2 3,0

Подставим значения коэффициентов в формулу и подсчитаем концентрацию окиси углерода [41]:

днем

$$R_{co} = (0,5 + 0,01 \cdot 720 \cdot 1,37) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 24,7 \quad (15)$$

вечером

$$R_{co} = 0,5 + 0,01 \cdot 938 \cdot 1,37 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,35 \cdot 1,8 = 63,5 \quad (16)$$

Полученные концентрации окиси углерода сравнили с ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равной 5 мг/куб.м. днем выбросы превышают ПДК в 4,5 раза вечером в 12,5 раз (стих ветер и увеличилось число машин).

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных выбросов за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «Разгон» по разрешающему сигналу светофора. Для сокращения таких выбросов в городе ведется строительство транспортных развязок на разных уровнях. В таблице 28 представлены значения выбросов вредных веществ при движении автотранспорта по развязке и выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка. Расчет произведен согласно «Методики определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» (Астана, 2004).

Таблица 28 - Значения выбросов вредных веществ при движении автотранспорта по развязке и выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

Наименование загрязняющего вещества	Выбросы при движении по развязке, г/с	Выбросы в районе регулируемого перекрестка, г/с
Оксид углерода	0,06	0,525
Диоксид азота	0,0056	0,0075
Углеводороды	0,0066	0,0375
Диоксид серы	0,0002	0,0015
Формальдегид	0,00002	0,00012
Бенз(а)пирен	$0,5 \times 10^{-8}$	$0,3 \times 10^{-6}$

Еще одним способом сокращения выбросов в атмосферу в центральных районах города является строительство развязок по принципу «подземный переход» [41]. Такой способ организации проезда перекрестка требует меньше материальных вложений и площади отчуждаемых земель. При этом сокращаются выбросы, за счет исключения выбросов при торможении и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «Разгон», решается проблема пробок и сокращается количество аварий.



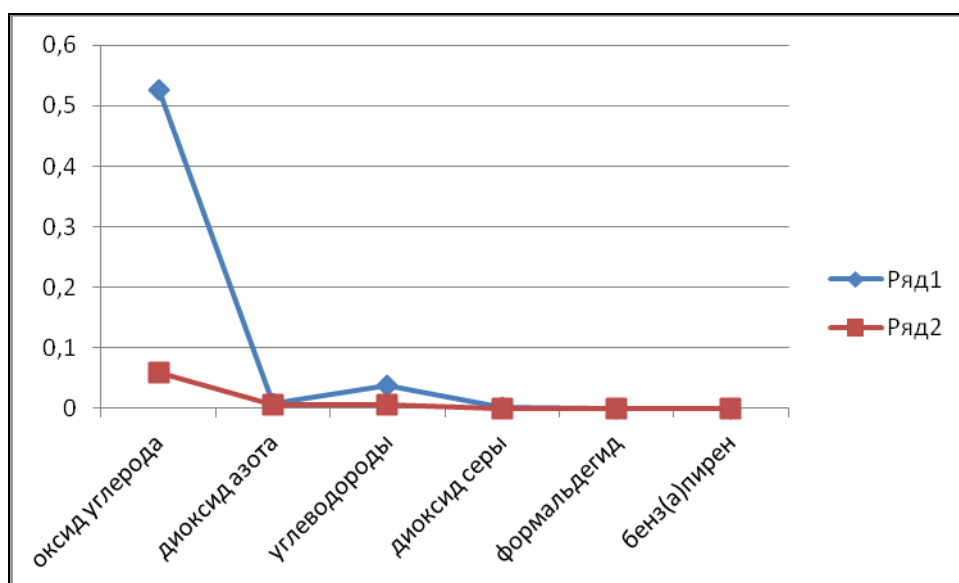


Рисунок 11 – Сравнительный график с объездной дорогой и без него

Для снижения загрязнённости атмосферы автомобильным транспортом предлагаются следующие мероприятия которые приведены в следующей главе.

### Выводы по 3 главе

1. Рассмотрены методы контроля загрязнения атмосферы;
2. Рассмотрены ЭХ методы газового анализа, дан метод контроля углеводородов с применением пламенно – ионизационного метода;
3. Дан контроль оксидов азота и озона с использованием хемилюминесцентного метода анализа;
4. Дана методика прогнозирования загрязнения воздуха от автотранспорта;
5. Даны современные средства контроля вредных выбросов ОГ автотранспорта;
6. Проведены расчеты выбросов вредных веществ от автотранспорта по методике с использованием коэффициентов.

## 4 ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АЛМАТЫ

#### **4.1 Уменьшение выбросов за счет использования различного вида топлива**

Весомым фактором в образовании загазованности окружающей среды является качество потребляемого топлива. При рассмотрении вопроса об экологичности того или иного вида автотранспортного топлива необходимо иметь в виду, что некоторые из загрязнителей совсем не являются технологически неизбежными, а поступают в атмосферу в результате неэффективности применяемых технологий и отсутствия новых, безопасности пользователей транспортом и в силу других причин.

В связи с Законом Республики Казахстан «О государственном регулировании производства и оборота отдельных видов нефтепродуктов» № 402-2, принятым 7 апреля 2003 года, дополнением и изменением к нему, услуги автозаправочных станций, баз нефтепродуктов и нефтепродукты подлежат обязательной сертификации.

В настоящее время в г. Алматы аккредитовано 5 органов по сертификации и 5 испытательных лабораторий и центров, проводящих работы по сертификации нефтепродуктов и моторных масел, АЗС и нефтебаз.

При таком количестве органов и испытательных лабораторий, которые занимаются проблемами качества ввозимых в г. Алматы нефтепродуктов, качество реализуемых нефтепродуктов оставляет желать лучшего.

Необходимо возобновить работу Межведомственной комиссии, в функции которой должны входить:

- проведение при хранении и отпуске ежемесячного контроля сохранности качества нефтепродуктов путем отбора образцов и производство испытаний в объеме контрольных анализов;

- проверку наличия у АЗС не только товарно-сопроводительных документов при приеме нефтепродуктов на АЗС от поставщика, но и документов, удостоверяющих качество нефтепродуктов данной партии (сертификат соответствия и паспорт качества завода изготовителя);

- осуществление периодического контроля качества отпускаемых на АЗС нефтепродуктов путем отбора проб всех видов нефтепродукта и производства испытаний в объеме контрольных анализов.

К данным видам работ должны быть привлечены специалисты госнадзора, органов по сертификации, аккредитованных лабораторий и Департамента охраны окружающей среды.

Разработка единого Государственного стандарта является очень актуальной в настоящее время.

У одного и того же автотранспортного средства при использовании различных видов топлива выброс оксида углерода может меняться на порядок, а выброс непредельных углеводородов - в несколько раз. В таблице 29. приведены выбросы вредных веществ при использовании разного вида топлива.

Таблица 29- Выбросы вредных веществ при использовании разного вида топлива.

Наименование группы автомобилей	Выброс, г/км							
	СО	NO <sub>x</sub> (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	СН	сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	соединения свинца	бенз(а)пирен
Грузовые карбюраторные	69.4	2.9	11.5	-	0.20	0.020	0.026	4.5×10 <sup>-6</sup>
Грузовые дизельные	8.5	7.7	6.0	0.3	1.25	0.21	-	6.5×10 <sup>-6</sup>
Грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе	39.0	2.6	1.3*	-	0.18	0.002	-	2.0×10 <sup>-6</sup>

Известно, что снижению уровня вредных выбросов от автотранспорта способствует эксплуатация автотранспортных средств, использующих в качестве топлива газ. В поддержку природоохранной программы, имеющей перспективную экологическую важность в решении проблем оздоровления воздушного загрязнения от выбросов автотранспортных средств подписан трехсторонний Меморандум между Акиматом города, Министерством охраны окружающей среды и ЗАО «КазТрансГаз» о переводе автотранспортных средств на газомоторное топливо.

В рамках плана мероприятий Для реализации решений «Меморандума о взаимопонимании и взаимодействии» разработан и согласован проект автогазонаполнительной компрессорной станции по ул.Момышулы-уг.ул Ташкентская, работающей на природном газе, строительство которого в настоящий момент практический завершено.

Одним из путей снижения негативного влияния автомобиля на состояние воздушного бассейна во всем мире признано использование на транспорте более экологически чистых видов топлива.

Интенсивные работы в этом направлении ведутся во всех развитых странах. Крупнейшие мировые автомобильные концерны инвестируют миллиарды долларов в развитие технологий альтернативных видов моторного топлива и источников энергии для автомобилей.

В Казахстане в связи с низкой себестоимостью и практической неограниченностью ресурса наиболее перспективным считается частичное замещение традиционных видов моторного топлива синтетическими жидкими углеводородами, получаемыми из природного газа.

Сжиженные углеводородные газы (СУГ). В широком обиходе под СУГ понимают бутан-пропановую смесь. СУГ является наиболее высококачественным продуктом переработки нефти и нефтяного попутного газа (ПНГ). Как моторное топливо СУГ обладают важным преимуществом перед другими видами газовых моторных топлив (например, природного газа, биогаза и т.д.): бутан-пропановая смесь при нормальной температуре и давлении в 1,6 МПа переходит в жидкое состояние. Следует отметить и более низкую себестоимость производства этого топлива по сравнению с традиционными моторными топливами - бензинами. Именно поэтому, в мире на этом виде альтернативного топлива работает наибольшее число автомобилей - 3,5 млн. единиц.

Говоря о перспективности СУГ как моторного топлива, необходимо помнить, что этот вид моторного топлива не является альтернативным топливом в строгом смысле этого термина, поскольку добыча исходного сырья - попутного нефтяного газа напрямую завязана на добычу нефти, и, если ее запасы иссякнут, дешевого бутан-пропана уже не будет.

Синтетический бензин. Сырьем для производства синтетического (не нефтяного) бензина могут быть уголь, природный газ и другие вещества. Наиболее перспективным считается синтезирование бензина из природного газа. При этом природный газ окисляется в присутствии катализатора в синтез-газ, содержащий CO и H<sub>2</sub>. Моторные топлива из синтез-газа производятся либо с использованием процесса Фишера-Тропша, либо с помощью так называемого Мобил-процесса через промежуточное получение метанола. Из 1 м<sup>3</sup> синтез-газа получают 120-180 г синтетического бензина. За рубежом, в отличие от Казахстана, производство синтетических моторных топлив из природного газа освоено в промышленном масштабе.

#### **4.2 Основные меры повышения безопасности в транспортной отрасли и пути минимизации экологического воздействия транспорта**

Перспективы повышения безопасности деятельности транспорта в Казахстане требуют решения имеющихся проблем с учетом международного опыта и международных требований к организации безопасного и экономически эффективного передвижения грузов и пассажиров на всех видах транспорта, снижения вредного воздействия транспорта на окружающую среду.

Как выявил проведенный анализ, нарушения правил безопасной перевозки пассажиров и грузов в Казахстане носят массовый характер, что приводит к многочисленным человеческим жертвам, травмам и огромному материальному ущербу. Для Казахстана, имеющего малый демографический потенциал, масштабные потери на транспорте являются чрезвычайными и недопустимыми с точки зрения обеспечения государственной безопасности и поддержания международного имиджа развитого, цивилизованного государства.

Учитывая ведущую роль человеческого фактора в обеспечении безопасной деятельности транспорта, особое внимание необходимо уделять повышению качества обучения специалистов транспорта и формированию системы непрерывного повышения их квалификации на протяжении жизни с учетом международного опыта в этой области. В рамках этой деятельности целесообразно воспользоваться современным периодом реформации системы высшего образования в Казахстане и на базе ликвидируемых вузов создать специализированные учебные заведения разного уровня для подготовки высококвалифицированных кадров для всех видов транспорта.

Подготовку квалифицированных кадров для транспорта Казахстана целесообразно вести с учетом международного европейского опыта, в рамках социального партнерства, при тесном взаимодействии специализированных транспортных образовательных учреждений Казахстана с ассоциациями работодателей в сфере транспорта (Казахстанская Ассоциация Таможенных брокеров; Союз международных автомобильных перевозчиков «КазАТО»; Ассоциация Национальных экспедиторов Казахстана) и с привлечением международных экспертов. Необходимо в кратчайшие сроки начать разрабатывать профессиональные стандарты на транспорте и в логистике, содержащие требования к теоретическим знаниям, профессиональному опыту и трудовым навыкам для различных специальностей и категорий работников транспорта и логистики, а также критерии карьерного роста. Научное обеспечение различных отраслей транспорта на современном этапе в Казахстане недостаточно, и нуждается в расширении и модернизации. Направление повышения безопасности в деятельности транспорта может стать одним из основных и эффективных направлений вклада прикладной транспортной науки в реальное улучшение ситуации.

Наряду с человеческим фактором, повышение безопасности на транспорте определяется, как показал анализ, техническим состоянием подвижного состава и транспортной инфраструктуры. Решение этих проблем предполагает ускорение обновления имеющейся транспортной инфраструктуры и строительство новых дорог, соответствующих международным требованиям безопасности. Для этого необходимо привлекать дополнительные инвестиции. Целесообразно обсуждение вопроса о возможности использования средств пенсионных фондов для кредитования строительства и реконструкции дорог. Однако необходимо разработать механизмы привлечения и возврата средств с тем, чтобы предотвратить потери пенсионных фондов и нецелевое использование средств.

Важнейшим вопросом безопасного функционирования транспортного комплекса Казахстана являются барьеры, ведущие к некачественному строительству и ремонту дорог.

Масштаб и острота проблем безопасности на транспорте, межотраслевой характер и ресурсоемкость их разрешения предполагают разработку и реализацию специальной программы обеспечения безопасности на транспорте в максимально возможные короткие сроки.

К ее разработке целесообразно привлечь все имеющиеся научные подразделения в транспортной отрасли, а также экспертов в области финансов и инвестиций.

Организация контроля работы транспортной отрасли нуждается в совершенствовании, что предполагает повышение прозрачности деятельности, как транспортных предприятий, так и контролирующих органов. Необходимо с помощью Агентства РК по статистике и с учетом международного опыта унифицировать и сделать доступной специалистам и общественности более полную статистику деятельности транспорта, в том числе формировать объективную статистику аварийности на всех видах транспорта. Эти показатели целесообразно включать в ежегодно публикуемый статистический сборник по транспорту. Обобщая анализ состояния безопасности на транспорте, необходимо отметить, что обеспечение безопасной работы транспорта имеет для республики особое значение, т.к. влияет на экономику, экологию, демографию. Однако фактическая ситуация является сложной и имеются серьезные проблемы, ведущие к частым авариям и катастрофам на всех видах транспорта с человеческими жертвами, травматизмом, огромным материальным ущербом. Транспорт вносит свой немаловажный вклад в деградацию окружающей среды.

Ежегодно в атмосферу, по данным экспертов, выбрасывается до 1 млн. тонн загрязняющих веществ. Отравление природы нефтепродуктами нарастает и требует комплексного решения.

Основными факторами рисков безопасной перевозки пассажиров и грузов являются:

- несовершенство законодательных и нормативных документов по транспорту и несоответствие их международным требованиям;

- человеческий фактор, складывающийся из недостаточной квалификации и низкой транспортной дисциплины водителей, нарушающих правила безопасной перевозки грузов и пассажиров, а также слабой подготовки пешеходов и пассажиров, плохо знающих и не соблюдающих ПДД;

- неудовлетворительное техническое состояние подвижного состава и инфраструктуры транспорта, характеризующееся значительной степенью износа, низкое качество строительства и ремонта, недостаток финансовых и других ресурсов для ускоренной модернизации отрасли;

- ограниченное внедрение современных средств управления перевозками и несоблюдение технологических процессов организации перевозок;

- сложная структура отрасли и ведомственная разобщенность управления, затрудняющие координацию и методологическое единство в подходах к обеспечению безопасности на транспорте, недостаточное научно-техническое обеспечение отрасли;

- недостаточно эффективный контроль безопасности на транспорте, осуществляемый разными ведомствами, часть из которых склонна скрывать

истинную ситуацию с обеспечением безопасности на транспорте; отсутствие надежной статистики аварийности на всех видах транспорта и ее анализа.

Преодоление сложившейся ситуации с безопасностью на транспорте предполагает устранение имеющихся препятствий и решение проблем в отрасли. Для этого целесообразно предпринять следующие меры:

1. Совершенствовать систему подготовки, переподготовки и непрерывного повышения квалификации кадров для всех видов транспорта, в соответствии с потребностью. Повышение качества обучения с учетом международного опыта и международных требований, уделив особое внимание в обучении обеспечению безопасной транспортировки грузов и пассажиров.

2. В рамках социальной и образовательной политики разработать с учетом международного опыта систему пропаганды и обучения населения и водителей ПДД и предусмотреть повышение мер ответственности за их нарушения.

3. Разработать с участием ученых и международных экспертов программу обеспечения безопасности на транспорте, с учетом специфики каждого вида транспорта. Предусмотреть в рамках программы:

– дальнейшее совершенствование законодательного и нормативного обеспечения безопасности на транспорте;

– меры по ускоренной модернизации транспорта (рост инвестиций на строительство и обновление инфраструктуры транспорта, его подвижного состава);

– снижение экологических рисков загрязнения окружающей среды;

– формирование эффективного независимого контроля безопасности на всех видах транспорта;

– создание объективной статистики аварийности на всех видах транспорта и включение этой статистики в ежегодный статистический сборник по транспорту.

4. Постепенно перейти к разработке комплексных региональных планов развития транспорта, уделив в них первостепенное значение обеспечению безопасности перевозок грузов и пассажиров, сохранению окружающей среды от вредных воздействий транспорта.

### **4.3 Уменьшение выбросов за счет использования нейтрализаторов**

Сегодня в Европе, да и в других развитых странах мира, все транспортные средства, работающие на двигателях внутреннего сгорания, обязательно оснащаются катализаторами, и альтернативы им пока нет.

Основной источник загрязнения воздуха в больших городах - это автотранспорт, так как выхлопные газы содержат целый ряд токсичных компонентов. В их составе угарный газ, оксиды азота, углеводороды - метан, этан, пропан, гексан, этилен, бензол, а, кроме того, альдегиды - акролеин, формальдегид, ацетальдегид, а еще и сажа. Двигатели на серосодержащем

топливе выбрасывают сернистый газ, а на этилированном бензине - соединения свинца. Содержание токсинов в выхлопе дизельных и бензиновых двигателей зависит от типа двигателя и режима работы, состава и качества горючего, условий движения и скорости, системы зажигания и подачи топлива и еще от ряда причин. Для городов с плохой естественной вентиляцией, как, Алматы, проблема загрязнения воздуха автотранспортом особенно актуальна. В пробах воздуха вблизи транспортного потока обнаруживается концентрации окиси углерода и окислов азота, превышающая допустимые нормы в 2-5 раз, а на улицах с интенсивным движением - более чем в 10 раз. Транспортный поток в городе растет из года в год. И проблема очистки выхлопных газов становится все важнее. В развитых странах эта проблема решается давно и довольно успешно. Там ужесточают нормы выбросов загрязняющих веществ. Например, в Европе с 2005 года действует стандарт EURO-4, и его требования стали значительно строже, чем в предшествующих стандартах EURO-1, EURO-2 и EURO-3.

Стандарт "Евро-1" предусматривает выброс бензиновым двигателем оксида углерода (СО) не более 2,72 г/км, углеводородов (СН) – не более 0,72 г/км, окислов азота (NO) – не более 0,27 г/км. "Евро-1" действовал в Европе с 1992 года, а в 1995 году его сменил более жесткий – "Евро-2".

В стандарте "Евро-2" были ужесточены почти в 3 раза нормы по содержанию в выхлопе углеводородов, они стали равны 0,29 г/км. 15 июля 2009 года в Казахстане вводится международный технический и экологический стандарт Евро-2.

Стандарт "Евро-3" – это снижение уровня выбросов по сравнению с "Евро-2" на 30–40 %. В "Евро-3" предусматривается максимальный выброс СО в количестве 0,64 г на километр пробега для легковых автомобилей.

По данным специалистов, "Евро-3" позволяет снизить уровень "грязных" выбросов по сравнению с "Евро-2" на 20 %. Стандарт "Евро-3" был введен в Евросоюзе в 1999 году. Стандарт "Евро-4" жестче уровня "Евро-3" на 65 – 70%. Он был введен в Евросоюзе в 2005 году. Стандарт "Евро-4" позволяет снизить выброс в атмосферу вредных веществ на 40 % по сравнению со стандартом "Евро-3".

Стандарт "Евро-4" предусматривает снижение выбросов СО по сравнению с "Евро-3" в 2,3 раза, а углеводородов – в 2 раза.

"Евро-4" уменьшает содержание окиси азота в выхлопе на 30%, а твердых частиц – на 80%, содержание серы на 0,005%, ароматических углеводородов на 35%, бензола на 1%.

Стандарт "Евро-5" предусматривает для бензиновых двигателей снижение окисей азота и углеводородов на 25%, а для дизельных – снижение на 80% выбросов сажи и на 20% - окисей азота.

В таблице 30 представлены основные Европейские и Калифорнийские (LEV, ULEV, SULEV) стандарты и значение пробеговых выбросов, представленных в «Методики определения выбросов автотранспорта для



проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. РНД 211.2.02.11-2004» (Астана, 2004г.)

Таблица 30 - Значения пробеговых выбросов

Наименование выбросов	EURO-3, с 2000 г.	EURO-4, с 2005 г.	LEV	ULEV	SULEV, с 2004г.	Значение выбросов (РНД 211.2.02.11-2004)
Бензиновый двигатель						
Оксид углерода	2,3-5,22	1,0-2,27	2,1	1,0	0,62	19,0
Углеводороды	0,2-0,29	0,1-0,16	0,2	0,02	0,006	2,1
Окислы азота	0,15-0,21	0,08-0,11	0,15	0,03	0,0125	1,8
Дизельный двигатель						
Оксид углерода	0,64-0,95	0,5-0,64				2,0
Окислы азота	0,5-0,78	0,25-0,39				1,3
Сажа	0,05-0,10	0,025-0,06			0,006	0,1
Углеводороды + окислы азота	0,56-0,86	0,3-0,46				

Из таблицы видно, что установленные в Казахстане значения пробеговых выбросов очень далеки от Европейских стандартов. Однако практика показывает, что и эти значения высоки для многих наших автомобилей.

Сегодня нейтрализаторы считаются наиболее эффективными для снижения токсичных выбросов. Самое широкое распространение получил катализатор топлива, запатентованный в США. Сегодня ведущими разработчиками и производителями катализаторов являются компания Bonneville fuels.

#### **4.4 Метод снижения точки возгорания топлива путем использования катализатора топлива Flash200**

Компания Bonneville fuels была основана, чтобы совершенствовать технологию, первоначально разработанную ученым в области ракетного топлива во время работы в аэрокосмической промышленности более чем двадцать лет назад.

Продукт предназначен для сжигания всего топлива, попадающего в двигатель, не оставляя несгоревшего топлива или углеродистых отложений (нагара). Фактически, он удаляет твердые углеродные отложения, приводя двигатель в наиболее оптимальное состояние, которое только возможно без ремонта или модификаций. В своей основной форме Bonneville fuel Infusion работает за счет снижения температуры возгорания топлива с 315 °C (600F) до 93 °C (200F). При таком снижении температуры возгорания до 99,9% всего топлива сжигается и преобразуется в энергию. Продукт также преобразовывает существующие твердые углеродистые отложения (нагар) в топливо и делает возможным его сгорание и преобразование в дополнительную энергию. На следующих рисунках показан основной процесс до и после использования Bonneville fuel Infusion.

В обычном процессе внутреннего сгорания топливо воспламеняется при температуре между 325°C и 700°C. Так как такое воспламенение не начинается до 325 °C, любое топливо, которое не достигло этой температуры, остается несгоревшим. Такое топливо остается в виде твердых углеродистых отложений (нагара) в двигателе автомобиля, а также выделяет вредные выбросы в атмосферу.

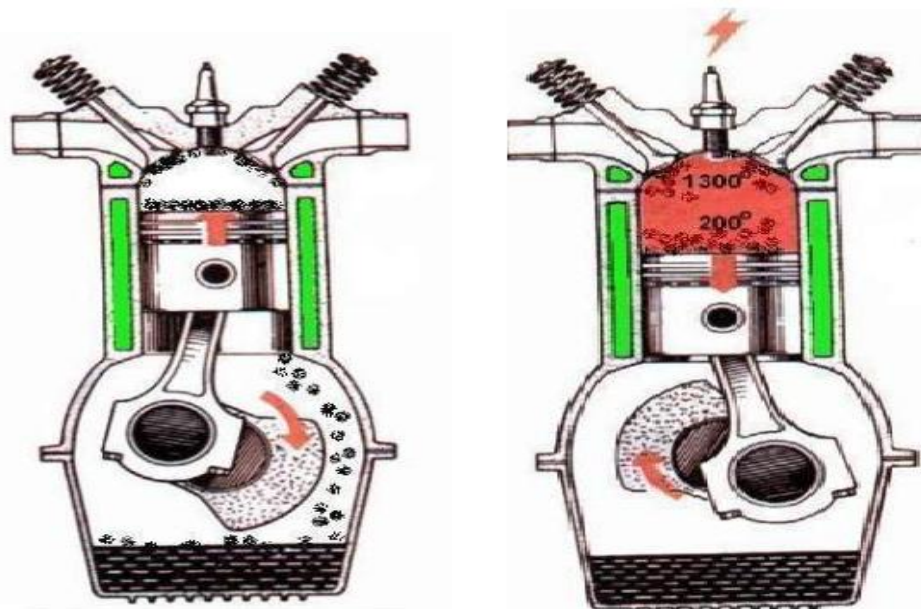


Рисунок 12 - Проблема несгорающего топлива до использования катализатора

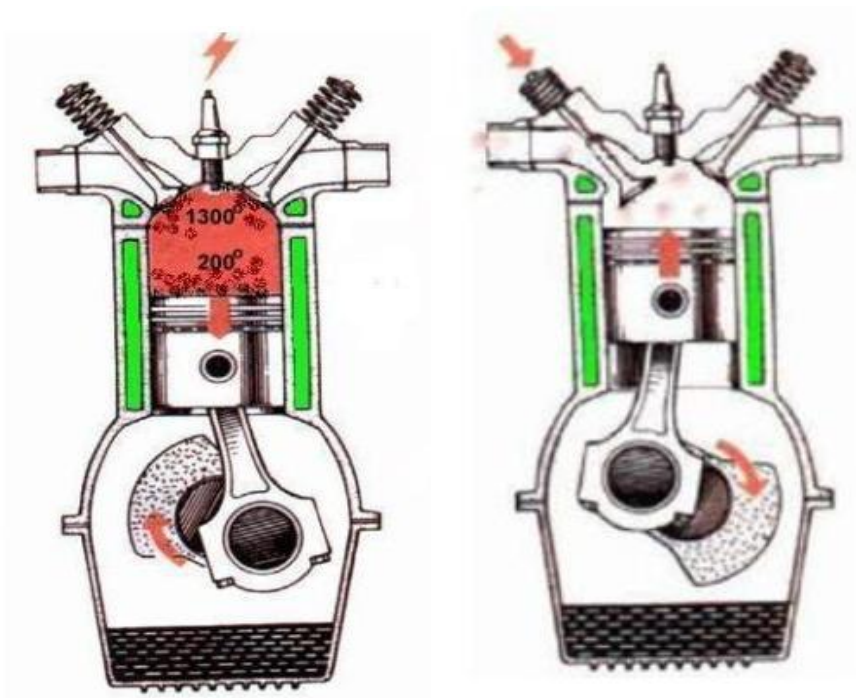


Рисунок 13- После использования катализатора: полное удаление отложений (нагара) на инжекторах, клапанах и других рабочих деталях камеры сгорания

Технология FI снижает точку воспламенения топлива с 325°C до 93°C. При понижении точки воспламенения 99,99% всего топлива, попадающего в камеру сгорания, сгорает. Кроме того, весь твердый нагар преобразуется в топливо и тоже сгорает, устраняя любые вредные последствия и побочные продукты.

Это приводит к 5-80% сокращению эмиссии выхлопных газов и 5-20% экономии топлива; увеличение мощности из-за сгорания всего или почти всего топлива; снижение расхода топлива из-за сгорания всего или почти всего топлива; удаляет фактически все твердые отложения углерода (нагар) путем преобразования и сгорания их в качестве топлива (без моющих средств или абразивных материалов); устраняет новые твердые углеродистые отложения (нагар) при полном или почти полном сгорании топлива; очищает камеру сгорания (клапаны, форсунки, поршневые кольца), тем самым уменьшая затраты на обслуживание; очищает масляный поддон и систему смазки; удаляет практически все вредные выхлопные газы в результате сжигания их через цикл сгорания.

Основные преимущества: уменьшение расхода топлива до 20%; увеличение мощности двигателя; увеличение пробега моторного масла; уменьшение вредных выбросов в атмосферу до 70%; улучшается стабильность работы двигателя; удаляется нагар; очищает камеру сгорания (клапаны форсунки, поршневые кольца); очищает систему смазки.

**Воздействие на оксид азота ( $NO_x$ ).** Образование оксида азота  $NO_x$ , по-видимому, происходит в конце процесса сгорания во время выхлопной фазы и

определяется наличием избыточного кислорода, высокой температуры и длительностью процесса. Катализатор топлива FUEL INFUSION (FI) влияет на выбросы оксида азота. Сопоставляя то, что было выяснено в ходе испытаний, касающихся воздействия FI на оксид азота  $\text{NO}_x$ , и понимая как топливо FI влияет на химию горения в целом, была выработана модель того, как FI влияет на выбросы оксида азота  $\text{NO}_x$ . Эта модель была очень успешно использована для прогнозирования образования оксида азота  $\text{NO}_x$  в двигателе внутреннего сгорания и котлах открытого горения.

Одним из результатов влияния FI на общую эмиссию газов стали значительные колебания в количестве образования оксида азота  $\text{NO}_x$ . Со временем эти колебания всегда снижались, что коррелировало с исчезновением нагара. Тот факт, что нагар непосредственно влияет на факторы образования оксида азота  $\text{NO}_x$ , говорит о прямой связи между выбросами окиси азота  $\text{NO}_x$  и нагаром. Эта связь подтверждается также тем, что чистый двигатель, работающий на топливе с FI, производит очень небольшое количество окиси азота  $\text{NO}_x$ . Процесс, при котором FI подавляет образование окиси азота  $\text{NO}_x$ , является прямым следствием процесса разрушения и предотвращения отложений (нагара), а именно стимулированием образования оксида углерода  $\text{CO}_2$ . Ниже приводится общее объяснение, как FI влияет на три основных фактора образования оксида азота  $\text{NO}_x$ .

**FI способствует формированию оксида углерода  $\text{CO}_2$ .** Топливо имеет ограниченное количество энергии, которая высвобождается через образование оксида углерода  $\text{CO}_2$ . FI способствует образованию  $\text{CO}_2$  во время фазы сгорания. Чем больше оксида углерода  $\text{CO}_2$  или энергии выделяется во время фазы сгорания, тем меньше остается энергии для выхода во время фазы выхлопа газов. Разница в количестве энергии, выделяющейся при двух фазах, коррелирует с разностью температур. Это разность температур, ее величина и причина важны по трем причинам:

**Во-первых,** более холодные выхлопы газов. Если температура фазы сгорания повышается за счет увеличения производства оксида углерода  $\text{CO}_2$ , то температура выхлопной фазы упадет в связи с уменьшением производства  $\text{CO}_2$ . Это лишает молекулы азота высоких температур, необходимых для формирования соединений оксида азота  $\text{NO}_x$  во время выхлопной фазы горения. Более низкие температуры замедляют производство  $\text{NO}_x$ , требуя больше времени для реакции. Чем больше разница в выделяемой энергии и связанной с этим разницей температур, тем холоднее выхлопные газы и медленнее темп производства  $\text{NO}_x$ .

**Во-вторых,** время передачи тепла быстрее. Чем больше величина разности температур, тем быстрее становится время теплообмена. Соответственно больший теплообмен с окружающими агрегатами двигателя в данный момент и само по себе это будет способствовать низким температурам выхлопных газов, как говорилось выше. Что еще более важно, это уменьшает продолжительность времени, в течение которого имеет место высокая

температура для преобразования азота в соединения оксида азота  $\text{NO}_x$ . Чем меньше продолжительность времени, тем меньше выбросов  $\text{NO}_x$ .

**В-третьих**, что является причиной упомянутых двух выше, производство  $\text{CO}_2$  потребляет больше свободного кислорода. В связи с тем, что FI способствует производству  $\text{CO}_2$  во время фазы сгорания, остается меньше кислорода для реакций оксида азота  $\text{NO}_x$  во время фазы выхлопа.

Меньше свободного кислорода приводит к снижению выбросов  $\text{NO}_x$ . Сочетание низкой температуры выхлопных газов, быстрой передачи тепла и менее доступного избыточного кислорода вместе с удалением нагара приводит к заметному сокращению количества выбросов оксида азота  $\text{NO}_x$ .

**Воздействие на оксид серы ( $\text{SO}_x$ ). Сокращение выбросов оксида серы ( $\text{SO}_x$ ).** Использование FI с углеводородным топливом имеет значительное влияние на химию горения серы. Также значительно снизились проблемы коррозии, связанные с серным окислением. FI не реагирует с серой в топливе, так же как и не оказывает никакого влияния на сернистый компонент в топливе. FI в рекомендуемых дозах применения никак не влияет на обычно принятые инструкции использования топлива. Топливо, содержащее один процент серы до обработки FI, по-прежнему будет содержать один процент серы после обработки FI. Однако, FI будет влиять на конечное состояние серы и его химический состав после сгорания. FI способствует образованию  $\text{CO}_2$  в ходе фазы сгорания, таким образом ограничивая количество  $\text{CO}_2$ , производимое в фазе выхлопа. Повышенное производство  $\text{CO}_2$  уменьшает количество избыточного кислорода  $\text{O}_2$ , доступного для других реакций. Разница в количестве  $\text{CO}_2$ , произведенного в течение двух фаз, коррелирует с разностью температур. Эта разница температур приводит к более холодным температурам отработавших газов и ускоренному теплообмену. Минералы, содержащиеся в топливе, как правило, окисляются до оксидов металлов в процессе сгорания топлива. Когда ванадий окисляется до  $\text{V}_5^+$ , производство триоксида серы увеличивается за счет обратимого распада  $\text{V}_5^+$ , и образуется в конечном счете серная кислота. Использование FI тормозит формирование и обратимый распад  $\text{V}_5^+$ , который происходит во время выхлопной фазы процесса сгорания, ограничивая доступный кислород  $\text{O}_2$ , высокую температуру, и время, необходимое для реакции. Это значительно сокращает каталитический эффект, который  $\text{V}_5^+$  оказывает на формирование триоксида серы и, таким образом образование серной кислоты. За счет уменьшения каталитического эффекта  $\text{V}_5^+$ , FI способствует сочетанию соединений  $\text{SO}_x$  с другими минералами в топливе. Таким образом, FI снижает газообразные выбросы серы.

#### **4.5 Экономический результат использования BonnevilleFuelInfusion**

Недавно на рынке Казахстана появились добавки к топливу - катализатор «Fuel Infusion». За это время миллионы автовладельцев использовали добавки к топливу, ощутив их преимущества. Преимущества

катализатора топлива «Fuel Infusion» достигаются после введения в двигатель машины. Эффективность применения добавки к топливу «Fuel Infusion» заключается в следующем: 1) Экономит расход топлива в автомобилях и других транспортных средствах до 20%. 2) Увеличивает мощность двигателя до 15 %. 3) Полное удаление нагара в камере сгорания и в цилиндро-поршневой системе двигателя. 4) Резко снижает выброс (60-90%) вредных выхлопных газов в атмосферу, способствующих разрушению озонового слоя

Таблица 31- Предполагаемая экономия для транспортного парка

Количество грузовых автомобилей	40
средний пробег, км на 10 литров (расход 25 литров на 100 км)	40
Пробег, км за месяц в среднем	3000
Средняя цена за 1 литр дизеля	108 тг
Расход, литров в месяц на 1 единицу автотранспорта	537
Смета ежемесячных расходов на топливо	3223000 тг

Следующие расчеты показывают чистую потенциальную экономию от топлива и смены масла, не принимая во внимание прочие сбережения от обслуживания двигателя.

32 - Потенциальная экономия от топлива и смены масла

% увеличения пробега (км.на 10 л.) на 1 авто	Пробег (км. на 10 л.), с катализатором на 1 авто	За месяц потреблено литров с катализатором	Расходы на катализатор в месяц	Чистая (за вычетом катал.) расчетная экономия в месяц, тг	Расчетная чистая годовая экономия, тг
10%	44	682	145500 тг	147500	1770000
Экономия на смене моторного масла					675000
Итого общая чистая экономия					2445000
15%	46	652	139200	1875	3375000
Экономия на смене моторного масла					675000
Итого общая чистая экономия					4050000

Ежегодная чистая экономия расходов на топливо (при 10% экономии) и на смену масла на 40 грузовиков = 2999384 тг.

## Заключение

В соответствии с поставленными целью и задачами, в работе были рассмотрены основные аспекты научного обоснования загрязнения окружающей среды выхлопными газами от автотранспорта.

В результате изучения воздействия автомобильного транспорта на воздушный бассейн г. Алматы установлено, что основным загрязнителем воздушного бассейна города Алматы является автотранспорт, выбросы которого ежегодно растут. За последние годы численность автотранспортных средств возросла более чем в 2 раза и составила свыше 630 тыс. единиц, причем большая часть автомашин, поступивших в город, является технически устаревшими моделями, выработавшими установленный моторесурс. Кроме этого, по данным Управления дорожной полиции в город ежедневно въезжает до 50 тыс. иногородних автомобилей, выбросы которых не учитываются.

Автотранспорт наносит прямой ущерб атмосфере не только путем выброса компонентов отработавших газов, но и забирая из атмосферы кислород для процесса горения.

В настоящее время до 70-80% загрязнения воздушного бассейна крупных городов приходится на автомобильный транспорт.

Токсичные компоненты в отработавших газах автомобилей создают опасность для людей, приводят к заболеваниям органов дыхания, к возникновению раковых и других болезней. Потому решение проблемы защиты окружающей среды от выхлопных газов – важнейшая актуальная задача по оздоровлению атмосферы.

Показаны удельные выбросы токсичных веществ автомобилей малого класса с карбюраторным двигателем. Дано влияние режима дорожного движения на удельный выброс токсичных веществ автомобилем среднего класса с карбюраторным двигателем. Показано содержание токсичных выбросов в ОГ в ДВС. Приведены данные изменения токсичности ОГ в зависимости от способа ее снижения у современных автомобилей. Рассмотрены режимы работы автотранспорта, дан анализ автомобильного парка г. Алматы, дана динамика роста численности автомобильного парка. Приведено распределение количество автомобилей по видам используемого топлива, дан анализ объема используемого топлива в зависимости от марки топлива. Приведены изменения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе весной 2012 года.

Рассмотрены методы контроля загрязнения атмосферы. Рассмотрены ЭХ методы газового анализа, дан метод контроля углеводородов с применением пламенно – ионизационного метода. Дан контроль оксидов азота и озона с использованием хемилюминесцентного метода анализа. Дана методика прогнозирования загрязнения воздуха от автотранспорта. Даны современные средства контроля вредных выбросов ОГ автотранспорта;

Были проведены расчеты выбросов вредных веществ от автотранспорта по методике с использованием коэффициентов.

В связи с поставленными задачами были установлены изменения индекса загрязнения атмосферы г.Алматы по годам за период с 2006 по 2013 годы; установлены зависимости роста численности автомобильного парка г.Алматы за 8 летний период; даны изменения концентрации загрязняющих веществ в пунктах отбора проб, через которые проходят наибольшее количество автомобилей; установлены влияния различных видов топлива на выбросы автомобильного транспорта в атмосферу города; даны способы сокращения вредных выбросов путем использования катализатора топлива.



## Список использованной литературы

1. Николаенко А.С. Влияние автотранспорта на окружающую среду города Донецка. /Реферат – 2008.
2. Ясаманов, Н. А. Основы геоэкологии: Учебное пособие. – М: Издательский центр Академия, 2003. – 352 с.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Донецької області / Під ред. С. Третьякова – Донецьк, 2007. – 116 с.
4. <http://kazref.narod.ru/referatrus>. Уровень загрязнения атмосферного воздуха.
5. Атмосферный воздух [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.doneso.org.ua/>
6. Даулбаева А.Н. Динамика изменения концентрации основных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы города Алматы.// Диссер.PhD – Алматы, 2012 – 136с.
7. Денисов, В. В. Экология города: Учебное пособие / В. В. Денисов, А. С. Курбатов, И. А. Денисова, В. А. Грачев. – М: ИКЦ МарТ, 2008. – 832 с.
8. Coolreferat. com. Транспорт в жизни города, С-Петербург – 2002, 14с.
9. [www.lex.itkm.ru](http://www.lex.itkm.ru). Причины повышенного содержания токсичных веществ в отработавших газах автомобилей.
10. Казанцева Л.К., Тогаева Т.О. Современная экологическая ситуация в России// ЭКО – 2005.-№9.с.30-45. Таблицы.
11. Информационный экологический бюллетень . Алматы, 2001 г.
12. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник/пер.а англ. – М.: Транспорт, 1981. 592с.
13. Коробкин В.И. Экология. – М., 2006 – 465с.
14. Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Иларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобиля. – М.: Машиностроение, 1983. 212 с.
15. Балацкий О.Ф. Методические вопросы прогнозирования ущерба от загрязнения атмосферы //экономическая оценка и рациональное использование природных ресурсов.- М., 1975.
16. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. РНД 211.2.02.11-2004. Астана, 2004 год.
17. Денисов В.Н., Рогалев В.А. «Проблемы экологизации автомобильного транспорта». Санкт-Петербург, 2003 год.
18. Достияров А.М. Автомобили и экология/ МНиОРК Юж. КазГУ им М.О.Ауэзова-Шымкент, 1999г.
19. Комплексная программа по снижению загрязнению окружающей среды города Алматы. WWW.PANDIA.RU.
20. Салов А.И., Берковец Я.М., Васильева И.И. «Охрана труда на предприятиях транспорта». Москва «Транспорт, 1977 год.
21. «Защита окружающей среды Европы: третья оценка». Европейское агентство по охране окружающей среды, 2003 год.

22. Хватов В.Ф. Научные основы методов и средства контроля экологического состояния автотранспорта и его воздействие на окружающую среду. Дисс. работа на д.т.н. С-Петербург – 2007. 300с.
23. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.- Л.: Гидрометеиздат. 1975.-448с.
24. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы.- Л.: Гидрометеиздат, 1985.-272с.
25. Бочкарева Т.В. Экологический «джин» урбанизации. М.: Мысль.- 1988, - 270с.
26. Бубник И., Хесек Ф. Метод краткосрочного прогноза загрязнения атмосферы в ССР – Сб. докладов на международном совещании ВМО – 1984 – с.96-101.
27. Вавилова Н.Г., Генихович Е.Л., Сонькин Л.Р. Статистический анализ данных о загрязнении воздуха в городах с помощью естественных фракций – Труды ГТО – 1969. 32с.
28. Дитце Г. Прогноз потенциала диффузии с помощью оперативных прогнозов метеорологических параметров.- Сб. докладов на международном совещании ВМО РА – 1984г. 134с.
29. Ежегодник состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров РФ. Том «Выбросы вредных веществ». 1992-1995. С-Петербург, -1996.
30. Мажиг И., Соньков Р., Цэрэндели Ж. Прогнозирование загрязнения воздуха в городах в условиях резко континентального климата. – Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. -1988. С.122.
31. Пономаренко И.Н. Краткосрочные прогнозы загрязнения воздуха отдельными примесями в городах с рассредоточенными источниками – геогр. процессы и охрана окружающей среды. – Киев.1991. с.110-112.
32. РД 52.04.306-92. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. - С.-Петербург – Гидрометеиздат – 1993- 104с.
33. Сепеши Д. Прогностическая модель загрязнения воздуха от многих источников. Сб. докладов на международных совещаниях ВМО. 1984 – с.28-30.
34. Сонькин Д.Р. Синоптико – Статистический анализ в краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. Л. Гидрометеиздат.-1991.- с.224.
35. Bremer Pia Assessment two method to predict SO<sub>2</sub> concentrations in the Helsinki area – Finnish meteorological institute – Helsinki – 1993 –p.43/
36. Chang T.Y., Rudy J, Kuntasal G. Impact of methanol vehicles on ozone air quality. – 1989 – 23 - №8.- p.1629.
37. Токсичность автотранспортных двигателей и способы ее снижения / Н.П.Самойлов, Е.И.Игонин – Казань: Изд-во Казань – 1997-169с.
38. Игараси Тасио. Охрана окружающей среды на транспорте в Японии – 1997 - №244. с 69-75 – яп.яз.
39. Методика определения платежей за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками, Алматы 1996 г.

40. Методические рекомендации по определению размеров платежей за загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами автомобилей, Алма-Ата 1992 г.
41. Н.В. Лугаськова, Е.Б. Сафронова. автомобильный транспорт – основной загрязнитель атмосферы больших городов /Мет. указ. – Екатеринбург. 2006.
42. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. - Л Госкомприрода, 1991г.
43. РНД 211.2.01-97. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.
44. Гарин В.М., Кленова И.А., Колесников В.И. «Экология для технических ВУЗов». Ростов-на-Дону «Феникс», 2001 г.
45. Колесников С.И. «Основы экологии для инженеров». Ростов-на-Дону «Феникс», 2003 г.
46. Шилов И.А. «Экология». М. «Высшая школа», 2003 г.
47. Под редакцией Денисова В.В. «Экология. Учебный курс». Москва – Ростов-на-Дону, издательский центр «МарТ», 2004 г.
48. Хван Т.А. «Промышленная экология». Ростов-на-Дону «Феникс», 2003 г
49. <http://murl.kz/y6izZ>, <http://db.tt/66gA3v4B>; <http://db.tt/UuXHnfl5>.
50. Айнабекова Т.Б., Хакимжанов Т.Е. «Защита городской атмосферы от загрязнения автотранспортом». Сборник научных трудов энергетика, радиотехника, электроника и связь, безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды. - Алматы – 2013, 4-9с.

Приложение 1



Рисунок - Фото продукта