

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	5
1.1 Рост численности автомобильного транспорта как экологическая проблема.....	5
1.2 Загрязнение окружающей среды автомобилями на всех этапах его жизненного цикла.....	15
ГЛАВА 2. ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ЧАСТНОГО АВТОТРАНСПОРТА.....	25
2.1 Правовая ответственность за выбросы в атмосферу автотранспорта на производстве.....	25
2.2 Правовая ответственность за загрязнение атмосферного воздуха частными автомобилями.....	29
ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОЯРСК.....	32
3.1 Количество автомобильного транспорта в г. Красноярск.....	32
3.2 современные методы оценки выбросов автотранспорта.....	36
3.3 Атмосферные загрязнения автомобильным транспортом и пути снижения воздействия на окружающую среду.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
ЛИТЕРАТУРА.....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	117

## ВВЕДЕНИЕ

С ростом городов и процессами урбанизации, в том числе и Российской Федерации, одним из основных источников негативного воздействия на атмосферный воздух населенных пунктов является автотранспорт. Этот факт отмечен в Экологической доктрине Российской Федерации. По оценкам специалистов прирост автомобилей в нашей стране в среднем составляет 8-10% в год, а общий парк составляет свыше 35 млн. легковых, 4,5 млн. грузовых более 900 тыс. автобусов. Большая часть автопарка в нашей стране (свыше 70%) бензиновыми двигателями. Однако, доля дизельных двигателей в общем парке отечественных автомобилей за последние 10 лет существенно возросла и составляет примерно 37%. Доля автомобилей, оснащенных комбинированными силовыми установками и электродвигателями в нашей стране не превышает 5%. В этом направлении имеется значительный резерв развития. За последние 5 лет наметилась тенденция к возрастанию этого показателя, что вызвано снижением общих запасов нефти в мире и ужесточению экологических норм базовых законодательств цивилизованных стран.

Не исключением является и г. Красноярск с его многочисленными промышленными предприятиями, миллионным количеством жителей, процессами интенсивного строительства промышленных и гражданских объектов. Городская инфраструктура охвачена развитой улично-дорожной сетью и по его территории проходит три республиканские трассы для функционирования не только города, но и всего края.

Грузопассажирские перевозки в городе осуществляются огромным парком автомобилей, и по оценкам специалистов количество автомобилей в городе будет увеличиваться в среднем на 5-7% в год. Это неизбежно приведет к обострению экологической ситуации в городе. И здесь тоже наблюдается неразрешенное противоречие, когда с одной стороны, рост

количества автомобилей в городе позволяет разрешать проблемы перевозки пассажиров и доставки грузов во все точки городского пространства с минимальными потерями времени, а с другой стороны, вредные выбросы автомобилей создают и обостряют экологическую ситуацию в городе. Снизить пассажиропоток или изменить суммарное количество участвующих в перевозках автомобилей не представляется возможным, но тогда в этом случае необходимо разработать комплекс предложений, направленных на снижение уровня загрязнения воздуха от АТС. Этому аспекту посвящено исследование.

Целью проекта является исследование проблемы загрязнения воздуха выбросами автотранспорта в условиях города, на примере Красноярска и разработка предложений по снижению вредных выбросов.

Для достижения цели проекта были решены следующие задачи:

1. Сбор и анализ информации по проблеме загрязнения воздуха выбросами автотранспорта.

2. Анализ существующих подходов к решению экологической проблемы загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом и способов снижения вредных выбросов;

3. Разработка организационно-правовых и технологических предложений по минимизации экологического ущерба от автомобильного транспорта.

Для достижения поставленной цели в проекте использовалась отечественная технология инновационного проектирования на базе «Функционально-стоимостного анализа (ФСА) и Теории решения изобретательских задач ТРИЗ».

Квалификационная работа была выполнена на материалах предоставленных во время прохождения практики в КНИИиМС, Росгидроме, Росприрод надзор, а также УВД ГИБДД по городу Красноярску и данных полученных в процессе исследовательской работы.

# **ГЛАВА 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

## **1.1 РОСТ ЧИСЛЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА**

Особенность Российской Федерации в том, что в географическом плане - это самая большая страна в мире, с крайне неравномерным распределением по ее территории материальных и людских ресурсов [47]. Две трети промышленного потенциала сосредоточено в западном и центральном регионе страны. За Уралом проживает менее 30 млн. человек. Плотность населения чрезвычайно низка в этих регионах. Промышленные центры и крупные города расположены преимущественно вдоль Транссибирской магистрали. Освоение регионов Дальнего Востока, Восточно Сибири и Крайнего Севера, чрезвычайно затруднено значительной удаленностью от промышленного центра, отсутствующей социальной инфраструктурой и плохим состоянием дорог. Все это привело к резкому возрастанию численности городов и оттоку населения из сельской местности. Концентрация материальных и человеческих ресурсов в крупных городах с развитой промышленностью и социальной инфраструктурой привело к росту численности автомобильного транспорта. На данный момент инфраструктура транспортной отрасли России насчитывается более 4 тыс. крупных и средних автотранспортных предприятий, занятых пассажирскими и грузовыми перевозками. С появлением рыночных отношений в хозяйственной деятельности стали активно развиваться коммерческие транспортные предприятия небольшой мощности. На данный момент их насчитывается более 400 тыс.[47].

Рост автопарка, изменение форм собственности и видов деятельности существенно повлияли на характер воздействия автотранспорта на окружающую природную среду. Это связано с тем, что мелкие частные

структуры, осуществляющие коммерческие перевозки вследствие их существенного количества в наименьшей степени подвержены контролю со стороны надзорных органов, отвечающих за состоянием воздушной среды в крупных городах и выполняющих мониторинг воздушной среды. Наладить контроль выбросов выбросов в атмосферу от АТС на крупных предприятиях преимущественно государственной формы собственности и организовать службу мониторинга экологического состояния значительно проще, чем это отслеживать у частного перевозчика. К тому же, частный перевозчик, часто озабочен возможностью получения прибыли за счет экономии на эксплуатационных расходах (своевременная утилизация ГСМ в специально подготовленных для этой цели местах, масляных и воздушных фильтрах, мойка автомобилей на стационарных, оборудованных автомойках и т.д.)

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств увеличивается в год в среднем на 3,1%. В результате величина ежегодного экологического ущерба от функционирования транспортного комплекса России составляет более 3,5 млрд. долл. США и продолжает расти. Автомобильный парк России в 2000 году составлял 27,06 млн. шт., в том числе 20,12 млн. легковых автомобилей, 4,57 млн. грузовиков, 650 тыс. автобусов и 1,72 млн. прицепов и полуприцепов. Средний возраст автотранспортных средств остается значительным и составляет 10 лет, в том числе 10% парка эксплуатируется свыше 13 лет, полностью изношены и подлежат списанию [17]. Каждый год автомобильным транспортом в России выбрасывается более 12,6 млн. т вредных канцерогенных веществ, которые наносят существенный вред здоровью людей и всей окружающей среде[36].

Загрязнение биосферы продуктами сгорания автомобильного топлива является одним из основных аспектов воздействия транспорта на экологическую ситуацию. Автомобильный транспорт является источником эмиссии в окружающую среду сложной смеси химических соединений, состав которых зависит от типа двигателя, вида топлива, условий

эксплуатации автомобиля. Попадая в атмосферу, данные химические соединения смешиваются с загрязнителями, имеющимися в воздухе, и проходят ряд сложных превращений, которые приводят к образованию уже новых соединений, еще более губительно влияющих на гидросферу, почву и на экосистему в целом.

Кроме выбросов в атмосферу газов автомобильным транспортом, существует проблема пыли и грязи, которая переносится автомобилями на дорогах. Установлено, что в придорожной пыли, смоге, поднимающихся за счет автомобилей, содержится более 200 наименований химических веществ, многие частицы которых могут быть радиоактивны. Такая пыль оседает в легких и растворяется в крови человека, накапливаясь в организме, вызывает различные заболевания органов, рак, аллергию[27].

Кроме того, автомобильные шины приносят вред здоровью человека: при истирании об асфальт в атмосферу попадает резиновая пыль.

Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеродов. В результате по России от автотранспорта за год в атмосферу поступает огромное количество только канцерогенных веществ: 27 тыс. т бензола, 17,5 тыс. т формальдегида, 1,5 т бенз(а)пирена и 5 тыс. т свинца. В целом, общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями, превышает цифру в 20 млн. т.

Необходимо отметить, что с точки зрения наносимого экологического ущерба, автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия: загрязнение воздуха – 95%, шум – 49,5%, воздействие на климат – 68% [28]. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что автомобиль постепенно превращается из цивилизационного блага в «тайного врага» человечества. И если подобная картина будет в дальнейшем наблюдаться, то неизбежно станет вопрос о принятии экстренных мер по ограничению использования

традиционных автомобилей. А это напрямую входит в конфликт с правами человека и его потребностью в экономии времени.

Экологические проблемы, связанные с использованием традиционного моторного топлива в двигателях транспортных средств, актуальны не только для России, но и для всех стране мира. Страны Европы, Восточно-Тихоокеанского региона и США под влиянием общественности вынуждены были принять жесткие требования по экологизации автотранспорта. Объективно это связано с высокой концентрацией населения, промышленных объектов, ограниченностью территории. В результате с 1993 года по 1999 год количество вредных веществ в отработанных газах автомобилей за рубежом снизилось примерно в 2 раза, а всего за последние 40 лет содержание токсичных компонентов уменьшилось на 70% [18]. В конце прошлого века многие зарубежные моторостроительные фирмы взяли курс на решение задачи достижения нулевой (Zero) токсичности отработанных газов. Их многолетний опыт показывает, что добиться этого можно только в случае использования альтернативных (не нефтяных) видов моторного топлива. Именно поэтому, практически все перспективные экологически чистые автомобили, проектируются под альтернативные виды топлива. Сюда следует отнести разработки двигателей, работающих на экологически чистом водородном топливе, которое хранится в связанном виде в топливных баках в виде гидратов, разлагающихся при нагревании. К альтернативным силовым установкам следует отнести электродвигатели, которые все больше получают распространение как именно городские автомобили. Однако, развитие электромобилей сдерживается отсутствием надежных и энергоемких накопителей электроэнергии, способных обеспечить значительный запас хода (не менее 300 км) и способных иметь стабильные мощностные характеристики независимо от степени заряженности батареи. К тому же существующие автоаккумуляторные батареи имеют значительную массу и занимают много места. По этим показателям энергонасыщенности электронакопители значительно уступают

углеродному топливу. К тому же не следует забывать, что переход к электромобилям потребует серьезного изменения транспортной инфраструктуры - строительства электрозаправочных станций, станций технического обслуживания электромобилей, структур утилизации экологически опасных элементов аккумуляторных батарей. Не следует так же забывать, что заправка электромобилей потребует существенного наращивания мощностей городских ТЭЦ или введения дополнительных АЭС, что опять же не всегда оправдано с позиции экологии.

Если говорить о возможности перехода к водородной энергетике, то здесь просматривается хорошая перспектива, так как водород по своим теплофизическим свойствам является наиболее энергонасыщенным, к тому же - экологически чистым видом топлива. При окислении в ДВС водородного топлива отходами являются водяные пары, которые не представляют никакого ущерба для окружающей среды.

Преимуществом водородного топлива является еще и то, что при незначительной доработке в качестве двигателя может быть использован классический поршневой ДВС, который в конструктивном плане практически доведен до своего совершенства. Главным сдерживающим фактором развития автотранспортных средств на водородном топливе является человеческий фактор. Он проявляется в нежелании ответственных управляющих структур вкладывать значительные средства в разработку, доводку, испытание, разработку технологий и производство новых видов двигателей под водородное топливо. Переход к водородному топливу способствует значительным финансовым потерям нефтяного бизнеса.

Анализируя дорожно-транспортную ситуацию, можно отметить устойчивую тенденцию роста численности автотранспортных средств [12].

В 2010 году численность используемых транспортных средств в мире достигла 1 миллиарда единиц. В соответствии с исследованиями журнала Word, который располагал государственными базами данных регистрации автомобилей и историческими данными статистики, в 2009 году по всему



миру было зарегистрировано 980 миллионов единиц транспортных средств, а уже в 2010 году это число выросло до 1 миллиарда 15 миллионов. Количество АТС за последнее десятилетие увеличилось на 3.6% — это самое больше увеличение количества ТС за десятилетие, а прирост количества ТС в 35,6 миллионов единиц за год – это второе рекордное по численности увеличение АТС за весь период существования автотранспорта.

Ведущую роль по темпам прироста автотранспорта в настоящее время отводится Китаю. Увеличение объема рынка автотранспорта в Китае на 27,5% сыграло главную роль в общемировом увеличении количества единиц автотранспорта за 2010 год. За год число используемого автотранспорта в Китае выросло с 16,8 миллионов единиц до более чем 78 миллионов, что составляет почти полугодовой рост по всему миру. Данный скачок поставил Китай на второе место по численности используемого автотранспорта в мире, уступая всего лишь рынку Японии.

На втором месте по темпам роста рынка автотранспорта – Индия с ее 8,9% роста и 20,8 миллионами единиц в 2010 году против 19,1 миллионами единиц в 2009.

Далее следует рост рынка автотранспорта Бразилии, который составляет 2,5 миллиона новых автомобилей за 2009 год. Прирост единиц новых ТС в США составил менее 1%, хотя объем рынка в 239,8 миллионов автомобилей все еще считается одним из самых крупных.

Соотношение количества населения и количества ТС в мире в 2010 году составляет 1:6,75, если брать количество населения 6,9 миллиардов людей, а в 2009 году это соотношение составляло 1:6,63. Однако распределение все равно остается неравным, даже среди самых больших рынков мира. В США это соотношение составляло 1:1,3 если брать численность населения в 310 миллионов человек. На втором месте идет Италия с ее соотношением в 1:1,45, далее следуют Франция, Япония и Великобритания с соотношением 1:1,7. В Китае это соотношение составляет 1:17,2 с населением в более чем 1,3 миллиарда человек [16].

К основным причинам, обуславливающим отрицательное воздействие транспортной отрасли на окружающую среду, относятся:

- недостаток конкретных экологических целей при постановке задач в области обеспечения работы автомобильного транспорта и его развития;
- неприемлемые экологические характеристики изготавливаемой транспортной техники;
- неудовлетворительный уровень технического содержания парка автомобилей;
- низкое качество дорог и плохое их развитие, а также недочеты в координировании перевозок и движения транспортных средств.

Разберем каждую из причин на предмет их возникновения.

Недостаток конкретных экологических целей при постановке задач обусловлена системным характером экологических проблем вообще. Поэтому чаще всего рассматривается ее следствие, а не глубинные причины ее вызывающие. Борьба со следствием всегда не эффективно, затратно, а иногда - бессмысленно. Так как проблема загрязнения воздуха многофакторна и никогда до конца не бывает ясно, какой из них играет доминирующее значение, а какие факторы не существенны. В отсутствие системного подхода при выявлении конкретных задач видится главная причина конкретной постановки задач, решение которых может устанить проблему в целом. Анализ сведений, приведенных выше, иллюстрирует факт отсутствия конкретной формулировки задачи, которую необходимо решать. Все сведения носят информационный характер и свидетельствуют о количественной оценке конкретных параметров автортранспортной системы, а не о качественном влиянии их друг на друга.

Вторая причина - неприемлемые экологические характеристики изготавливаемой транспортной техники, не является первопричиной возникновения экологических загрязнений АТС. Это заключение констатирует факт того что существующая транспортная техника находится

в побавляющем большинстве своем на стогнационном этапе и давно исчерпала ресурсы своего развития. Без системного исследования объектов транспортной системы на предмет выявления глубинных противоречий, являющихся фактором торможения развития систем и поиска решений этих противоречий, решить проблемы экологии АТС невозможно. На наш взгляд - отсутствие технического и технологического совершенствования АТС - главная причина экологических проблем автомобилизации. Для устранения этой причины необходимо направлять усилия не столько на констатацию факта экологических последствий автмобилизации, сколько на поиск конкретных решений изобретательских задач совершенствования самого автомобиля и его подсистем. Без такого подхода проблема экологического ущерба от автомобилей будет вечной.

Третья причина - неудовлетворительный уровень технического содержания парка автомобилей. На наш взгляд он напрямую связан с предыдущей причиной, так как период эксплуатации и нежелательные экологические последствия его проявляются опять же в несовершенстве конструкции самого автомобиля и необходимости дополнительного привлечения целого ряда вспомогательных обслуживающих устройств.

Четвертая причина - низкое качество дорог и плохое их развитие, а также недочеты в координировании перевозок и движения транспортных средств. Эта причина вызвана отсутствием системного мышления у проектировщиков, которые должны закладывать решения с опережением, учитывая тенденции будущего. Для этого необходима качественно иная система подготовки будущих проектировщиков дорожной инфраструктуры. Необходима система подготовки инженеров-инноваторов, а не просто - грамотных специалистов.

Рассмотренные экологические последствия влияния автомобильного транспорта не являются исчерпывающими, они могут иметь иные проявления в определенных ситуациях.

Рассматривая специфику автотранспортного парка как главного источника загрязнения можно выделить следующее:

- прогрессивные темпы роста численности автомобильного транспорта;
- пространственная рассредоточенность автомобильного транспорта;
- непосредственная близость с жилыми районами;
- достаточно высокая токсичность выхлопных газов автотранспорта;
- сравнительно низкое расположение автомобильного транспорта как

главного источника загрязнения от земной поверхности, что в итоге приводит к скапливанию выхлопных газов в зоне дыхания людей.

Выхлопные газы автомобильного транспорта приводят к созданию в городах обширных зон с устойчивым превышением санитарных и гигиенических нормативов загрязнения атмосферного воздуха.

На сегодняшний день неблагоприятная экологическая обстановка наблюдается во всех городах России с населением более 1 млн чел., в 60 % городов – с населением от 500 тыс. до 1 млн и в 25 % городов, численностью от 250 до 500 тыс чел. Около 1,2 млн. жителей нашей страны находятся в условиях острого экологического напряжения, более половины населения городов России испытывают усиленное шумовое воздействие. По данным Росгидромета, в 138 городах Российской Федерации, что составляет 57 % городского населения, уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий.

В связи с низким качеством окружающей среды снижение здоровья у граждан составляет в среднем 20 %.

В большинстве регионов РФ сложилась достаточно сложная и острая экологическая обстановка. Мониторинг состояния среды, поиск методов снижения негативного воздействия на нее и деятельности человечества являются наиважнейшими направлениями в деятельности экологов, специалистов различных отраслей промышленности. В данный момент экологические требования к современному автомобильному транспорту являются приоритетными. Природоохранная безопасность проявляется, как

свойство автомобильного транспорта снижать негативное воздействие от эксплуатации автотранспорта на людей и окружающую его среду.

Таким образом, обобщая выше указанные данные, можно выделить ряд проблем:

1. Существует объективная возрастающая потребность в пространственном перемещении людей и грузов и стремлении к экономии времени и энергии, которая удовлетворяется транспортными системами, преимущественно - автомобилями;
2. Увеличение потребности в выполнении транспортных функций удовлетворяется за счет экстенсивного роста количества автомобилей. Тенденция лавинообразного роста автомобилей носит глобальный, мировой характер и ярко проявилась в РФ;
3. Глобальная автомобилизация породила экологическую проблему, связанную с масштабными выбросами в природную среду вредных газообразных, жидких и твердых отходов, которые не утилизируются природой и способны накапливаться, концентрироваться и наносить вред живой природе;
4. Накопленная информация об экологической проблеме, вызванной массовой автомобилизацией носит констатирующий характер и не отражает скрытых причин возникновения данной проблемы;
5. Суть проблемы в противоречии, возникающем между объективной потребностью в перемещении людей и грузов и стремлении к экономии времени и энергии и техническим средством (автомобилем), который удовлетворяет эту потребность за счет потребления природных ресурсов (углеводородов) нанося при этом ущерб природе.
6. Выявленные в различных источниках причины возникновения данной экологической проблемы указывают на отсутствие эффективных способов разрешения данного противоречия и отражают

преимущественно видимые (измеряемые, констатируемые) последствия нерешенных проблемных задач.

Наиболее интересной точкой зрения на природу данной проблемы является утверждение, связанное с несовершенством самого объекта (автомобиля), который требует тщательного системного исследования на всех этапах его жизненного цикла. Этому вопросу посвящен следующий раздел дипломного проекта.

## **1.2 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АВТОМОБИЛЯМИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

Основными источниками загрязнения окружающей среды автотранспортным комплексом большого города являются:

- Автомобили в период прогрева двигателя и в движении;
- производственно-техническая база - автостоянки, автотранспортные предприятия, гаражно-строительные кооперативы, станции технического обслуживания автомобилей, автозаправочные станции;
- автомобильные дороги и инженерные сооружения (мосты, путепроводы), т. е., по сути, только технические объекты.

Эти источники связаны с основными этапами жизненного цикла автомобиля: проектирование, производство, эксплуатация, утилизация.

Вредное воздействие АТК на окружающую среду заключается в результате попадания: в атмосферный воздух; воду, почву.

В атмосферный воздух попадают преимущественно токсичные компоненты отработанных газов, испарения топлива (бензина и дизельного топлива), моторных и трансмиссионных масел, картерных газов.

В воду попадают различные виды масел, топлива, охлаждающей жидкости, эксплуатационные жидкие материалы (тормозная жидкость, жидкость для омывателя, моющие растворы), загрязненная вода с автомоек и т.д.

В почву попадает - сажа, соединения свинца, продукты изнашивания двигателя и трансмиссии, авторезины, твердые изношенные и поломанные детали двигателя, трансмиссии и кузовов, подвески и ходовой части.

В федеральном законе "Об охране окружающей среды", к негативным воздействиям на окружающую среду относит: выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ; сбросы загрязняющих, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные, подземные водные объекты и на водосборные площади; загрязнение недр, почв; размещение отходов производства и потребления; повышенный шум, влияние тепловых, электромагнитных, ионизирующих и других видов физических воздействий. Закон рассматривает проблему достаточно широко, но не затрагивает на системном уровне процессы взаимодействия АТК с самой окружающей средой. Первый из таких аспектов - непрерывно растущий автомобильный парк. Ежегодное производство легковых автомобилей в мире за последние 50 лет увеличилось в 5,5 раза и, например, в 2002 г. составило 60 млн. ед., в том числе в странах ЕС - 16,9 млн. При этом рост объемов выпуска АТС продолжается. В результате они ежегодно потребляют 2,1 млрд. т топлива и выбрасывают в атмосферу ~700 млн. т вредных веществ, т. е. 1,3 т/год на один среднестатистический автомобиль. Поэтому и доля автомобильного транспорта в общем загрязнении атмосферы в развитых странах достигала в среднем 45-50 %, России - 40, городах - 50-60, мегаполисах - до 85-90 %.[57]

Рассмотрим обмен веществ "среднего" легкового автомобиля с карбюраторным двигателем при расходе горючего в смешанном режиме движения 8 л (6 кг) на 100 км. При оптимальной работе двигателя сжигание 1 кг бензина сопровождается потреблением 13,5 кг воздуха и выбросом 14,5 кг отработанных веществ. Их состав отражен в табл. 1. Соответствующий выброс дизельного двигателя несколько меньше. Вообще в выхлопе современного автомобиля регистрируется до 200 индивидуальных веществ. Общая масса загрязнителей - в среднем около 270 г на 1 кг сжигаемого бензина - дает в пересчете на весь объем горючего, потребляемого

легковыми автомобилями мира, около 340 млн. т. Аналогичный расчет для всего автомобильного транспорта (плюс грузовые автомобили, автобусы) увеличит эту цифру по меньшей мере до 400 млн. т. Следует также иметь в виду, что в реальной практике эксплуатации автотранспорта весьма значительны разливы и утечки горючего и масел, образование металлической, резиновой и асфальтовой пыли, вредных аэрозолей [2]. Ниже, в таблице 1 приведен усредненный состав отработавших газов в % по объему

Таблица 1

Состав отработавших газов автомобиля, % по объему

Компоненты	Двигатель карбюраторный	Двигатель дизельный
N <sub>2</sub>	72-75	74-76
O <sub>2</sub>	0,3 - 0,8	1,5 - 3,6
H <sub>2</sub> O	3 - 8	0,8 - 4
CO <sub>2</sub>	10 - 14,5	6 - 10
CO	0,5 - 1,3	0,1 - 0,5
NO <sub>x</sub>	0,1 - 0,8	0,01 - 0,5
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,2 - 0,3	0,02 - 0,5
Альдегиды	0-0,2	0 - 0,01
Частицы, г/м <sup>3</sup>	0,1 - 0,4	0,1 - 1,5

Такие загрязнители воздуха, как окись углерода, оксиды азота, углеводороды или свинец, накапливаются по соседству с источниками загрязнения, т.е. вдоль шоссе, улиц, в тоннелях, на перекрестках и пр. Они оказывают локальные геоэкологические воздействия и способны оказывать значительный ущерб живой природе. Часть загрязнителей, преимущественно твердые и жидкие, транспортируется на большие расстояния от места эмиссии, трансформируется в процессе переноса и вызывают *региональные, распределенные* геоэкологические воздействия. Наиболее распространенным процессом этой категории является асидификация - закисление окружающей среды.



Двуокись углерода и другие газы, обладающие парниковым эффектом, распространяются на всю атмосферу, вызывая *глобальные* геоэкологические воздействия [2].

Известно, что в производство автомобилей вовлечена почти 1/4 часть всего промышленного потенциала развитых стран мира, почти все отрасли промышленности. При этом создание 1-тонного автомобиля сопровождается образованием во всех обеспечивающих производствах от 15 до 18 т твердых и 7-8 т жидких отходов [57].

Кроме того, автомобильный транспорт, интенсивность движения которого постоянно растёт - один из основных источников шума в городе. Наибольшие уровни шума 90-95 дБ отмечаются на магистральных улицах городов со средней интенсивностью движения 2-3 тыс. и более транспортных единиц в час [23].

На территориях, прилегающих к жилым домам, расположенным в непосредственной близости от автотрасс, отмечаются высокие значения шумовых характеристик. Превышения действующих санитарных нормативов достигают 20-25 дБА (СН 2.2.4/2.1.8.562-96).

На жилых территориях, удаленных от транспортных магистралей либо "защищенных" посадками деревьев, уровни шума существенно ниже, превышения нормативов составляют не более 5-8 дБА.

В промышленном городе обычно высок процент грузового транспорта на магистралях. Увеличение в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, приводит к повышению уровней шума. Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и вглубь жилой застройки. В зоне наиболее сильного воздействия шума находятся части кварталов и микрорайонов, расположенных вдоль магистралей общегородского значения (эквивалентные уровни шума от 67,4 до 76,8 дБ). Уровни шума, замеренные в жилых комнатах при открытых окнах, ориентированных на указанные магистрали, всего на 10-15 дБ ниже.

Акустическая характеристика транспортного потока определяется показателями шумности автомобилей. Шум, производимый отдельными транспортными средствами, зависит от многих факторов: мощности и режима работы двигателя, технического состояния транспортного средства, качества дорожного покрытия, скорости движения. Кроме того, уровень шума, как и экономичность эксплуатации автомобиля, зависит от квалификации водителя. Шум от двигателя резко возрастает в момент его запуска и прогрева (до 10 дБ). Движение автомобиля на первой скорости (до 40 км/ч) вызывает излишний расход топлива, при этом шум двигателя в 2 раза превышает шум, создаваемый им на второй скорости. Значительный шум вызывает резкое торможение автомобиля при движении на большой скорости. Шум заметно снижается, если скорость движения гасится за счёт торможения двигателем до момента включения ножного тормоза.

За последнее время средний уровень шума, производимый транспортом, увеличился на 12-14 дБ.

Вторым элементом АТК является производственно-техническая база (ПТБ), включающая в себя: грузовые терминалы; автовокзалы; автозаправочные станции; автостоянки; гаражно-строительные кооперативы; автомойки; автотранспортные предприятия; станции технического обслуживания автомобилей и другие технические объекты, предназначенные для погрузочно-разгрузочных работ, перевозки пассажиров, заправки, хранения, мойки, технического обслуживания и ремонта АТС.

Эти объекты также оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Отсутствие в частных автомастерских контейнеров для сбора отходов, загрязненных нефтепродуктами (фильтры, резинотехнические изделия, промасленная ветошь и т.п.), а так же проблема утилизации отработанных моторных масел и других технических жидкостей, приводят к образованию неорганизованных свалок в городской черте.

Большая часть автомобильных моек работает без оборотных систем водоснабжения, поэтому значительная часть жидких отходов, загрязненных нефтепродуктами, вывозится на полигон.

Под автостоянки приспособляются различного вида площадки и пустыри. Строительство и эксплуатация автостоянок часто сопровождаются нарушением природоохранных требований. Так территория некоторых автостоянок не имеет твердого покрытия, отсутствуют системы ливневой канализации, не озеленена прилегающая территория.

Третий элемент АТК - автомобильные дороги, представляющие собой один из важнейших объектов транспортно-коммуникационной инфраструктуры.

Транспортная сеть, несмотря на все свои преимущества, оказывает существенное отрицательное воздействие на окружающую среду. Причем воздействие многогранное: отчуждение земель, загрязнение придорожной территории (свинец, тяжелые металлы, отходы АТК), канцерогенные выбросы асфальтобетонных заводов и строительно-дорожных машин, невысокое качество дорог и состояния их покрытия, являющиеся причиной многочисленных ДТП, и т. д.

По данным на 2002 г., в мире общая протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием составляла 12 млн. км, что в 1,36 раза больше суммарной протяженности (8,8 млн. км) всех других видов транспортной сети (воздушные линии - 5,6 млн. км, железные дороги - 1,5 млн., магистральные трубопроводы - около 1,1 млн., внутренние водные пути - более 0,6 млн. км). Протяженность же автомобильных дорог Российской Федерации была равна 910-920 тыс. км, из которых лишь 750 тыс. км - с твердым покрытием. Причем основная их часть (более 80 %) - второй, третьей и четвертой категории, нуждалась в реконструкции. По оценкам же специалистов, экономические и социальные потребности страны требуют увеличения дорожной сети до 1500 тыс. км, т. е. на 600 тыс. км больше. Нетрудно подсчитать, что при нынешнем среднем темпе строительства (~6

тыс. км в год) эта задача может быть решена не менее чем через 100 лет. В итоге сейчас дорог с твердым покрытием и круглогодичной связи с внешним миром не имеют 29 тыс. городов и поселков, в которых проживает более 10 млн. человек, а низкий технический уровень имеющихся дорог обуславливает увеличение себестоимости перевозок в 1,5 раза, расхода топлива на 30 % по отношению к аналогичным показателям развитых зарубежных стран.

Не лучше обстоят дела и в городах: их дорожно-транспортная инфраструктура фактически соответствует уровню 60-100 автомобилей на 1 тыс. жителей, в то время как современный уровень уже превысил 200 автомобилей на 1 тыс. населения. Следствие такого положения общеизвестно: ухудшение условий движения, заторы, увеличение расхода топлива, неблагоприятная экологическая обстановка и рост числа ДТП (их в городах и населенных пунктах происходит более 70 %).

Таким образом, с ростом автопарка снижается экологическая и дорожная безопасность - основные компоненты эксплуатационной безопасности АТК. Поэтому их нельзя рассматривать отдельно, как это делают многие ученые.

Из теории жизненного цикла следует, что каждый из перечисленных выше технических элементов автотранспортного комплекса (автомобиль, производственно-техническая база, дорога) проходит последовательные (взаимосвязанные) стадии продукционной системы, начиная с приобретения сырья или разработки природных ресурсов до утилизации продукции. Но главное, на что необходимо обратить особое внимание, - три основные стадии функционирования данной системы: проектирование (конструирование), изготовление и практическая эксплуатация АТС.

Тенденции перспективного развития новых автотранспортных объектов в Российской Федерации на этапах проектирования и изготовления достаточно подробно изучены многими учеными и изложены в соответствующих государственных документах - "Концепции развития

автомобильной промышленности России" до 2010 г.; целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 гг."; подпрограмме "Автомобильные дороги" федеральной целевой программы "Модернизация транспортной системы России" (2002-2010 гг.) и др. Интеграция России в европейское и мировое экономические сообщества, и, как следствие, расширяющиеся международные перевозки существенно повысили требования к экологической и дорожной безопасности, экономическим и другим показателям при сертификации новой отечественной автомобильной техники для обеспечения их поэтапного приближения к европейским нормам. Тем более, что в странах ЕС приняты более жесткие экологические нормы ЕЭК ООН ("Евро-2"- "Евро-4"). Однако ни этим нормам, ни более мягким Правилам № 19 "Проведение работ в системе сертификации механических ТС и прицепов" не соответствует большинство новых и уже эксплуатируемых российских автотранспортных средств [70].

Таким образом, негативным воздействием автотранспорта является то, что:

1. Автомобили загрязняют окружающую среду, в особенности воздух, а также и воду, и вызывают значительный шум и вибрацию;
2. Поглощаются много земельных ресурсов для транспортной инфраструктуры - автомобильных дорог и связанных с ними вокзалов, парковок, АЗС, моек и т.д. Транспортная инфраструктура создает значительные по площади техногенные ландшафты;
3. Значительное количество природных ресурсов расходуется на производство автомобилей и сооружение элементов транспортной инфраструктуры;
4. Все виды транспорта представляют серьезную опасность для жизни, здоровья и имущества людей.

Вследствие значительных воздействий транспорта на локальном, региональном и глобальном уровнях необходимо стремиться к

осуществлению следующих направлений координированной общемировой стратегии как компоненты устойчивого развития:

- Потребление горючих ископаемых для транспорта должно сокращаться.

- Должны быть установлены основанные на передовой технологии общемировые стандарты выбросов в атмосферу для всех видов транспорта.

- Каждой стране следует разработать и осуществлять программу контроля эмиссии всех источников и видов транспорта.

- Совершенствовать и развивать надежную и общедоступную систему общественного транспорта.

- При планировании развития транспортных систем использовать системный подход, направленный на комплексное решение экологических проблем. Устранять причины, а не следствия геоэкологических проблем на транспорте.

Общая цель в системном управлении транспортом заключается в нахождении оптимального соотношения между обеспечением потребностей общества и снижением загрязнения окружающей среды. Стратегии управления зависят от локальных ситуаций и потому различны для конкретных стран, регионов и городов.

Одним из неперенных условий снижения вредного воздействия транспорта на окружающую среду является поддержание его в технически исправном состоянии.

Загрязнение воздуха городов, крупных поселков с интенсивным движением автотранспорта вынуждает искать альтернативу автомобилю с двигателем внутреннего сгорания. Многообещающим является электромобиль на аккумуляторах, хотя здесь еще много вопросов и нерешенных проблем.

Важным является создание не загрязняющего атмосферу общественного транспорта: это и метрополитен, скоростные железные дороги, транспортные средства на магнитной подушке и т. д. [13].

## Выводы:

1. Эксплуатация автомобилей в городских условиях оказывает вредное влияние на все среды – воздух, реки и почвенный слой. Это отражается на здоровье людей, флоры и фауны. Наибольшее негативное влияние автомобиль оказывает на воздушную среду.
2. Генеральным направлением снижения экологической нагрузки на воздушную среду городов является снижение расхода углеводородного топлива за счет повышения эффективности (к.п.д.) двигателя;
3. Необходима эффективная система мониторинга экологической ситуации в крупных городах и современная нормотивно-правовая база, регламентирующая взаимоотношения между потребителями транспортных услуг и владельцами транспортных средств.
4. Совершенствовать и развивать надежную и общедоступную систему общественного транспорта.
5. При разработке новых видов транспортных систем использовать системный подход, выявляя и устраняя причины экологических проблем, а не бороться со следствием.

## **ГЛАВА 2. ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ЧАСТНОГО АВТОТРАНСПОРТА**

### **2.1 ПРАВОВАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Законом "Об охране окружающей среды" установлена плата за негативное воздействие на окружающую среду, которую вносят организации и физические лица, деятельность которых оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Плата за негативное воздействие на окружающую среду (или плата за загрязнение окружающей среды) является формой компенсации ущерба, наносимого загрязнением окружающей природной среде, и перечисляется предприятиями, учреждениями, организациями в бесспорном порядке.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается с природопользователей, осуществляющих следующие виды воздействия на окружающую природную среду:

- выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;
- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;
- размещение отходов.

Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия, утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 28 августа 1992 года N 632 (с изменениями на 12 февраля 2003 года). Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 года N 344 установлены два вида нормативов платы по каждому ингредиенту



загрязняющего вещества (отхода), с учетом степени опасности для окружающей природной среды и здоровья населения :

- за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления в пределах допустимых нормативов;
- за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Для отдельных регионов и бассейнов рек устанавливаются коэффициенты к нормативам платы, учитывающие экологические факторы - природно-климатические особенности территорий, значимость природных и социально-культурных объектов. Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 года № 344 установлено, что нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления применяются с использованием коэффициентов, учитывающих экологические факторы и дополнительного коэффициента 2 для особо охраняемых природных территорий, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, а также для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, Байкальской природной территории и зон экологического бедствия.

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ установлены в рублях за 1 тонну по 214 видам загрязняющих веществ. Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты сбросы загрязняющих веществ

в поверхностные и подземные водные объекты установлены в рублях за 1 тонну по 198 видам загрязняющих веществ.

Расчет платежей производится организациями (индивидуальными предпринимателями) с применением нормативов платы и коэффициентов, учитывающих экологические факторы, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 года N 344. При расчете используются дифференцированные ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду, которые определяют умножением нормативов платы на коэффициенты, учитывающие экологические факторы по территориям и бассейнам рек, и при необходимости на дополнительный коэффициент 2 для особо охраняемых природных территорий, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, Байкальской природной территории и зон экологического бедствия. Платежи рассчитываются исходя из массы загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, указанных в выданных организациям разрешениях на выбросы, сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов.

Порядком определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия, утвержденным, Постановлением Правительства РФ от 28.08.92 г. N 632 (с изменениями на 12 февраля 2003 года) определены три вида платежей за загрязнение окружающей среды:

- в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемы размещения отходов;
- в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов);
- за сверхлимитное загрязнение окружающей среды.

При загрязнении окружающей природной среды в результате аварии по вине природопользователя плата взимается как за сверхлимитное загрязнение.

Плата за загрязнение окружающей природной среды в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов и сбросов загрязняющих веществ, объемы размещения отходов определяется путем умножения соответствующих дифференцированных ставок платы на величину указанных видов загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

Плата за загрязнение окружающей природной среды в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих дифференцированных ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми выбросами, сбросами загрязняющих веществ, объемами размещения отходов и суммирования полученных произведений по видам загрязнения.

Плата за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды определяется путем умножения соответствующих дифференцированных ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемов размещения отходов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязнения и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

В случае отсутствия у природопользователя оформленного в установленном порядке разрешения на выброс, сброс загрязняющих веществ, размещение отходов вся масса загрязняющих веществ учитывается как сверхлимитная.

Порядок расчета платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта. Плата за загрязнение атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ от автотранспорта подразделяется на:

- плату в пределах установленных нормативов;
- плату за выбросы, превышающие установленные нормативы.

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками для различных видов топлива установлены Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 года N 344.

## **2.2 ПРАВОВАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЧАСТНЫМИ АВТОМОБИЛЯМИ**

Остановить коптящий автомобиль вправе только сотрудник ГИБДД, а произвести замеры на содержание СО и СН – сотрудник экологической милиции при помощи газоанализатора. Но ни первый, ни последний не смогут проверить автомобиль по экологическим параметрам, если водитель предъявит действующий талон техосмотра.

По данным экологов, у каждой третьей-четвертой машины из десяти, останавливаемых для проверки, в выхлопе содержится превышающее норму вредные вещества.

Размер штрафа за превышенное содержание СО и СН в выхлопе автомобиля может составить от 1-го до 3-х минимальных размеров оплаты труда.

В приказе МВД, в котором перечислялись обязанности и права московских экологов при возобновлении их деятельности в октябре 2001-го, пункт о контроле автотранспорта не внесли. Проверка выхлопа (и только в ходе государственного технического осмотра) возлагалась на ГИБДД. Город лишился достаточно эффективного механизма защиты от вредных выбросов. Когда он действовал, экологическое ведомство получило от Госкомэкологии права уполномоченного органа по контролю за атмосферным воздухом, возможность применять по отношению к автотранспорту весь спектр нормативных документов, и это было зафиксировано в соответствующем распоряжении Правительства РФ.

Кроме того, действовал трехсторонний договор между Госкомэкологии, МВД и московским правительством. Вместе с сотрудниками автоинспекции экологи останавливали машину, замеряли выхлоп, и эта процедура имела для водителя вполне серьезные последствия: у него задерживали водительское удостоверение, составляли протокол о нарушении правил эксплуатации транспортных средств. Свои "права" нарушитель мог вернуть только после общения с административной комиссией и оплаты штрафа. К тому же, его официально предупреждали, что он обязан отрегулировать двигатель. И эта мера действовала. До тех пор, пока экологическую милицию не переориентировали на оформление таких нарушений по другой статье Кодекса об административных правонарушениях, уже не столь жесткой. По ней уже не предусматривалось, в частности, задержание водительского удостоверения. Экологи составляли протокол, вызывали водителей на комиссию, посещали которую менее одного процента вызванных. А зачем приходить, если "права" при тебе, а мер воздействия практически никаких. В общем, работа шла насмарку.

В первую очередь, ГИБДД проверяла автопредприятия, на которые приходится несколько тысяч грузовиков и автобусов. Вместе с сотрудниками Министерства природных ресурсов инспектора проверяли автохозяйства и обязывали их очень тщательно готовить машины к техосмотру, причем дважды в год. А вот с частными машинами и транзитным автотранспортом разговор короткий: водитель предъявил талон техосмотра и свободен. Как и где он его проходил, уже не установишь. Если же талона нет, составляется протокол об административном нарушении, и это все.

329-й приказ МВД был выпущен вроде бы в интересах граждан, но, по словам самого начальника московского подразделения экологической милиции Константина Полуды, документ этот был, "по сути, подзаконный акт", так как противоречил правилам дорожного движения, в которых перечислены все нарушения при эксплуатации транспортных средств, в том числе по выхлопу. Правила были утверждены Правительством РФ, а приказ,

запрещающий замеры на дорогах и соответственно прекращение эксплуатации автомобиля, издан Министерством внутренних дел. Таким образом, получалось, что ведомственный акт подменял собой одно из положений документа федерального уровня. А экологическая милиция и ГИБДД должны были закрывать глаза на явное нарушение закрепленной в правительственном документе природоохранной нормы.

Подводя итоги по вышесказанному можно сказать, что на данный момент большую ответственность несут автопредприятия в плане загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом, для частных лиц на данный момент не предусмотрены какие-либо проверки, кроме ежегодного технического осмотра.

## **ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОЯРСК**

### **3.1 КОЛИЧЕСТВО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В Г. КРАСНОЯРСК**

Красноярск – это крупнейший центр Восточной Сибири, с ежегодно возрастающей численностью населения, совсем недавно минувшей миллионный рубеж. За последние 10 лет уровень автомобилизации экономики и населения ежегодно рос на 12 % (в среднем по России – около 7 % в год). С увеличением количества жителей прямо пропорционально увеличивается потребность в перемещении и количество личного транспорта. Последние десять лет в городе актуальна проблема пассажирского транспорта с ежегодным увеличением числа пробок. Красноярск занимает второе место в России по показателю относительной автомобилизации города, то есть на 1 000 жителей приходится 380 автомобилей. Результатом этого стал резкий рост загрязнения воздуха в городе.

В Красноярске проблема загрязнения автотранспортом окружающей среды остается актуальной из года в год. Угарный газ становится причиной усталости, головной боли, низкой трудоспособности, раздражения. Сернистый газ оказывает влияние на генетический аппарат, приводит к бесплодию. Влияние этих факторов ведет к стрессам, стремлению к уединению, нервным проявлениям, безразличию к самым близким людям. Токсичные отходы нарушают и рост растительности, приводят к потерям в животноводстве, к снижению урожаев.

Существует ряд технологий, способствующих снижению уровня выбросов в окружающую среду. Снижение загрязнения окружающей среды и экономия бензина достигаются заменой традиционных видов нефтяного топлива альтернативными видами моторного топлива, применением биотоплива. Снижение объемов выбросов в атмосферу можно достичь путем улучшения качественного состава традиционных видов моторного топлива.

Так как финансирование краевого бюджета не позволяет заменить общественный транспорт, следует разработать график, по которому будет ограничен въезд в центр города автомобилей с низким экологическим классом.

Самое большое скопление автомобилей сосредоточено в центре города. Это обусловлено расположением автодорожных мостов, соединяющих правый и левый берега, которое создает условия для вынужденного неэффективного перепробега транспорта. Совсем недавно в Красноярске запустили строительство нового, четвертого автодорожного моста через р. Енисей, что позволит снизить суммарную транспортную нагрузку на существующие мостовые переходы, значительно улучшить экологию города, особенно его центральной части. Стоимость проекта строительства оценивается в 14,1 млрд руб.; планируется завершить в 2016 г. В самом начале строительства оставался нерешенным вопрос, будет ли проезд платным, однако, по результатам опросов водителей, выяснилось, что 80 % согласны ездить через пробки, но «бесплатно», поэтому платный проезд для красноярцев пока неприемлем.

Строительство нового моста поможет частично разгрузить центр и существующие мостовые переходы, но остается нерешенной проблема заторов на остальных дорогах города. Красноярск нуждается в строительстве нового незагруженного дорожного полотна, которое будет иметь развязки с главными красноярскими дорогами. Одной из исторических особенностей улично-дорожной сети Красноярска и прилегающих к нему пригородных зон является отсутствие кольцевых магистральных дорог, проходящих за пределами центральной части города.

Отсутствие транспортных альтернатив приводит к вынужденному транзиту транспортных потоков через центральную часть города, улично-дорожную сеть, которая испытывает многократные транспортные перегрузки. Есть возможность проложить трассы по административной границе города по принципу МКАД. Это позволит автомобилям из любой



части города беспрепятственно попадать в центр. Проведенное исследование целесообразности расположения основных проездов, вокруг селитебной части города с учетом плана генеральной застройки, позволит определить протяженность объездной дороги вокруг Красноярска, которое составляет 50 км. Стоимость 1 км дороги равна 100–200 млн руб., скоростная двухполосная дорога – около 400 млн руб., следовательно, кольцевая автомагистраль обойдется городу в 20,96 млрд руб. Финансирование возможно из средств краевого и федерального бюджетов.

Чтобы разгрузить автодороги Красноярска, возможен вариант строительства многоуровневых развязок по типу Красного кольца. Это поможет минимизировать количество пересечений транспортных потоков и, как следствие, увеличить пропускную способность дорог.

Можно сосредоточить круговую развязку на участке ул. Алексеева – ул. Авиаторов, где вместо перекрестка будет находиться кольцевое пересечение, на которое можно въезжать и с которого можно съезжать в любом месте. Кроме того, существует возможность строительства эстакад на загруженных улицах города. Пешеходные переходы и светофоры уменьшают пропускную способность магистрали и останавливают транспортный поток. Чтобы устранить препятствия, мешающие свободному движению транспортных средств и разгрузить дорогу, необходимо строительство надземных либо подземных пешеходных переходов. Названные объекты требуют существенных средств для строительства, но без них практически невозможно избавить улицы от заторов.

Широкое распространение личного транспорта является основной причиной возникновения заторов на дорогах, поэтому отказ от него в пользу общественного транспорта важен не только для перевозчиков, но и для всех жителей города. Сложившийся непривлекательный образ общественного транспорта представляет опасность того, что потребитель, имеющий возможность выбора в средствах передвижения, может не предпочесть общественный транспорт личному. Проведенное в Красноярске

анкетирование показало, что половина владельцев личных автомобилей готова пересесть на общественный транспорт, но только при соблюдении трех условий: комфорт, безопасность и скорость [11].

На рисунке 1 видна тенденция увеличения количества зарегистрированных автотранспортных средств в городе Красноярске на период 2008-2014 гг.

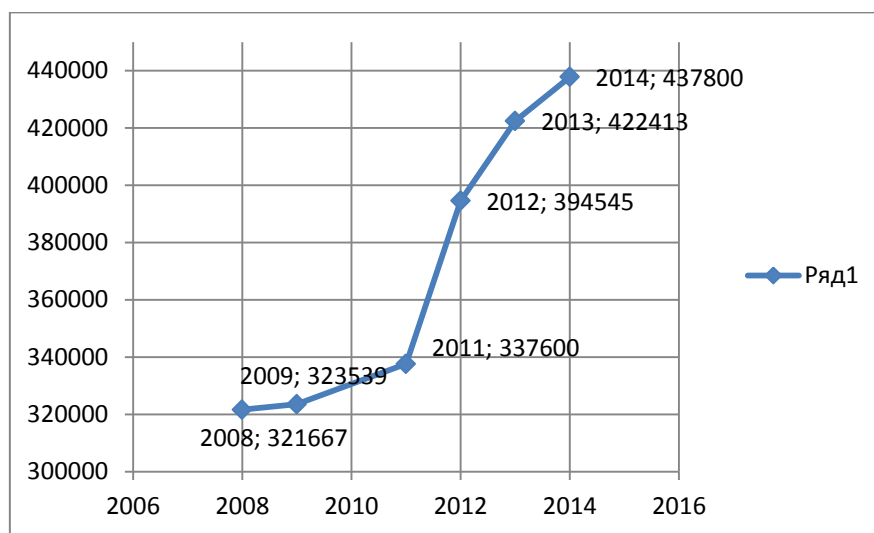


Рис. 1. График количества зарегистрированных автотранспортных средств в г. Красноярске в период 2008-2014 гг.

Как видно из графика наибольшее количество зарегистрированных АТС было зафиксировано в 2012 году. Увеличение составило более 600 000 автомобилей.

Сегодня в городе Красноярске автомобильный транспорт производит свыше 74% выбросов в воздушную атмосферу и по этому показателю существенно превысил долю выбросов от промышленных предприятий. Эта тенденция характерна не только для Красноярска, но и для РФ и подавляющего количества стран мирового сообщества. Поэтому, разработка оптимальной стратегии выстраивания и развития автомобильного комплекса в городе с точки зрения сохранения очевидных преимуществ автомобильного транспорта при одновременном снижении вредных выбросов - актуальнейшая задача.

### **3.2 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА**

Для понимания сущности проблемы необходимо определить количественные и качественные показатели вредных выбросов от автотранспорта и дать системный анализ факторов, определяющих и влияющих на общую картину распределения загрязнений в воздухе. Это особенно важно с точки зрения выстраивания долговременных прогнозов развития самого города, его инфраструктурных подразделений, промышленных объектов, строительства жилых массивов и т.д.

Особенно эта задача обострилась в связи с необходимостью рационального использования и распределения финансовых и материальных ресурсов в связи с объявленными России санкциями. Чтобы экологическая ситуация в городе в дальнейшем не обострялась необходима взвешанная, хорошо обоснованная стратегия развития АТК

Несмотря на то, что основополагающие способы реализации системы управления качеством воздуха законодательно заявлены, и утверждены, но его механизмы реализации и нормативно-правовое обеспечение разработаны не в полном объеме. Это серьезно сдерживает проведение мероприятий по снижению выбросов автотранспорта. Оценка вклада и структуры эмиссии автотранспорта в общее загрязнение городской среды, его признание как приоритетного источника, опасного для здоровья, коренным образом изменит бытующее представление о нем как второстепенном. В основе решения рассматриваемой проблемы необходима комплексная оценка уровней загрязнения воздушной среды АТК, выявление и анализ причин их вызывающих и обоснованные предложения по их минимизации.

Для этого необходимо - определить закономерности загрязненности воздушной среды улиц г. Красноярска от выбросов различного вида автотранспорта (коммерческого и личного) с учетом конкретного места,

временного фактора, наносимого экономического ущерба. С учетом выявленных закономерностей разработать и обосновать рекомендации по снижению вредных выбросов от автотранспорта.

Красноярск - краевой центр с населением 925 тыс. чел., по уровню автомобилизации (21 %) он относится к городам с большим количеством автотранспорта. Наблюдения, проведенные студентами СФУ в 2008-10 годах более чем 50 улицах города с интенсивным и ограниченным движением в течении нескольких лет позволили выявить суточную динамику распределения выбросов АТС по видам автотранспорта. Исследовались так же суточные и сезонные закономерности распределения вредных выбросов. Для исследования использовались расчетные и лабораторные методы анализа. Определялось общее содержание вредных компонентов выбросов и вклад в них оксида углерода. В городе серьезное внимание уделяется контролю за загрязнением атмосферы, структуре мониторинга, его реализации, методам учета. Их анализ свидетельствует, что имеющиеся стандартные методики позволяют оценить массу основных компонентов выхлопных газов и наносимого ими ущерба на региональном (городском) уровне, а также оксида углерода в примагистральном пространстве, однако не обеспечивают определения их общего содержания в воздухе. В приложении 2 приведена стандартная методика расчета выбросов автотранспорта [47].

Содержание оксида углерода в загрязненном воздухе оценивали по стандартной методике, исходя из численности и типа движущегося транспорта.

Сведения по численности, виду и типу автотранспорта, их пробегу, расходу топлива позволяют также оценить ущерб, обусловленный выбросами в атмосферу основных компонентов выхлопных газов: оксидов азота, углерода, серы, углеводородов и сажи. Их расчет проводится по стандартной методике. Однако трудности возникают с определением количества АТС,

видов собственности и годичному пробегу, что существенно отражается на результатах.

При оценке ущерба использованы нормативы платы, установленные Правительством РФ № 344 от 12.06.2003 г. с учетом экологического состояния Красноярского края и повышающего коэффициента для городских территорий ( $K = 1,2$ ). Ее величина за нормативные выбросы по основным компонентам автотранспортных загрязнителей составляет: CO - 0,6; NO\* - 52; СНХ- 1,2; БОг - 40 и РЬ - 6833 руб./т.

Автотранспорт является специфическим источником загрязнения атмосферы, представляющим собой множество наземных точечных источников, сосредоточенных на всех автомагистралях. Формируемые их выбросами зоны загрязнения воздуха такими веществами, как оксид углерода, оксиды азота, углеводороды и др., могут характеризоваться высокими значениями концентрации и распространяться на большие территории.

Расcеяние основных компонентов автотранспортных загрязнителей обычно осуществляется по методике, разработанной Госкомитетом РФ по охране окружающей среды, утвержденной приказом Госкомэкологии № 66 от 16.02.1999 г. Она базируется на метеорологических данных, полученных в Среднесибирском территориальном управлении по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Расчеты по рассеиванию выбросов выполняются для: оксида углерода, оксидов азота (в пересчете на оксид азота), углеводородов, диоксида серы и соединений свинца. В соответствии с выше изложенной методикой были подсчитаны суммарные выбросы по г. Красноярску. Получены результаты.

Численность автотранспорта за три последние года повысилась на 5 % (с 180256 до 190415 единиц). Соотношение его рассматриваемых категорий за этот период оставалось практически одинаковым (автобусы : грузовые машины : легковые автомобили 1:4:33) с весьма незначительной тенденцией повышения доли легковых автомобилей. Это объясняется повышением

уровня жизни граждан, расширением рыночного предложения иностранных диллеров (преимущественно автомобили японского и южнокорейского производства), расширения возможности автокредитования населения, высокий уровень стабильности банковского кредитования. Превалирование индивидуального транспорта над служебным (6,8 раз) обуславливается преимущественно за счет легковых автомобилей. В данной категории, служебные составляют всего около 6,1 % от их численности. Это можно объяснить экономической целесообразностью использования личных автомобилей в служебных целях, так как в этом случае не требуется платить налог, оплачивать аренду автомобилей, нести затраты на хранение эксплуатацию и ремонт. Часто владельцы небольших фирм предпочитают нанимать работников с личным автотранспортом. В случае автобусов и грузовых машин на служебный транспорт приходится приблизительно около 60 % (55 и 58 %). Это объясняется значительными эксплуатационными расходами на содержание, ремонт и обслуживание автобусов и грузовых автомобилей. Коллективное обслуживание служебного автотранспорта экономически целесообразно только на больших автохозяйствах и предприятиях.

Численность автотранспорта разных категорий и видов собственности с принятыми нормами годового пробега и соответствующими коэффициентами, позволили рассчитать объем расходуемого топлива, а по нему и массу основных загрязнителей в 2001-2013 гг.

Результаты расчета массы выбросов автотранспорта в 2013 г. и вклад отдельных типов автомобилей в их сумму показывают, что распределение массы загрязняющих продуктов, выбрасываемых разными типами автотранспортных средств, существенно отличается по сравнению с их численностью. Максимум поллютантов (48,2 % от общей массы) выбрасывается грузовыми машинами, составляющими лишь 10 % от общего количества. Это объясняется тем, что рабочий объем двигателя грузовых автомобилей в среднем составляет значения от 4 до 15 л, в то время, когда у

большинства легковых автомобилей рабочий объем двигателя колеблется от 1 до 3л. Что соответственно в 2-5 раз меньше. Как известно, количество выбрасываемых газообразных отходов двс пропорционально рабочему объему и числу оборотов двигателя. Соответственно, с увеличением рабочего объема двигателя автомобиля и числа его оборотов увеличивается количество выброшенного в атмосферу отработанного газа. Легковыми автомобилями, представляющими почти 88 % автотранспортных средств, в 2003 г. выброшено четвертая часть всей массы загрязнителей. В основном (на 88,4 %) эти выбросы обусловлены эксплуатацией индивидуального транспорта. Автобусами, число которых в 33 раза меньше легкового парка, выделяется загрязнителей, столько же, что и легковым транспортом. Исходя из этой закономерности целесообразно активно развивать общественный транспорт наращивая его пассажировместимость при снижении рабочего объема двигателя. Соответственно для легковых автомобилей рациональным будет являться ограничение рабочего объема в среднем от 1,5 до 2л с возможностью повышения мощности двс за счет совершенствования его конструкции. Это в конечном итоге должно привести к повышению его к.п.д. с 28% до 67%. В этом случае можно говорить о 50% снижении выбросов вредных веществ в атмосферу при сохранении того же количества легкового личного транспорта.

Расхождение между близким соответствием массы выбросов автобусами и грузовыми машинами обеих форм собственности объясняется более интенсивной эксплуатацией служебных АТС. Индивидуальные же легковые автомобили загрязняют воздушную среду в 7,6 раз больше служебных, что из-за снижения их загруженности почти вдвое ниже их численного соотношения. Причиной подобного явления является нерациональное использование личных автомобилей. Так среднее количество перевозимого количества людей в личных автомобилях составляет величину 1,2-2, в то время как служебные автомобили имеют коэффициент загрузки в два раза выше. Да и маршрут следования, как

правило, у служебных легковых автомобилей рационально планируется, чего нельзя сказать о движении индивидуальных легковых автомобилей. Возможным вариантом рационализации этой ситуации является изменение нормотивно-правового законодательства, разрешающее заниматься частным извозом всем водителям личных автомобилей. То есть, при движении в попутном направлении любой частный автомобиль может формально выполнять функции такси. Это повысит коэффициент использования автомобиля в два раза, что приведет к снижению выбросов личного автотранспорта примерно на 35-40%. В целом индивидуальный автотранспорт составляет около 43 % всех суммарных выбросов автотранспорта в атмосферу города. Если внедрить предложение о коммерческом использовании личного транспорта количество выбросов можно будет сократить с 43% до 27%. Ниже приведены сведения о массах выброса АТС в Красноярске.

Таблица 2.

Масса выбросов автотранспорта в г. Красноярске в 2014 г. три республиканские трассы [34]

Тип АТС	Масса загрязняющих веществ, т					
	NO*	РЬ	БОг	СНХ	СО	Всего %
Индивидуальный транспорт						
Автобусы	604	191	552	6376	7594	19,3
Грузовые	488	136	904	9625	11054	28,1
Легковые	1327	485	2911	16307	20634	52,5
Всего	2419	6213	4337	32308	39283	
Вклад компонентов, %	6,2	0,01	0,5	11,0	82,2	
Служебный транспорт						
Автобусы	1332	1201	1152	14072	16758	31,8
Грузовые	1469	5109	2720	28946	33249	63,1
Легковые	175	111	383	2147	2717	5,1
Всего	2976	6321	4255	45166	52724	
Вклад компонентов, %	5,6	0,01	0,6	8,1	85,7	



Ниже приведены сведения по распределению массы выбросов автотранспортом по видам собственности в процентах:

Таблица 3.

Распределение массы выбросов автотранспортом по видам собственности в процентах[34]

Тип автотранспорта	Индивидуальные	Служебные	Всего
Автобусы	11,9	14,6	26,5
Грузовые	20,3	27,9	48,2
Легковые	23,7	1,6	25,3
Автотранспорт в целом	55,9	44,1	

Наиболее объемным компонентом автомобильных выбросов является оксид углерода, масса которого в 2013 г. найдена равной почти 97,5 тыс. т или 85,2 % от массы выбросов. Причем служебным транспортом его выделяется в 1,4 раза больше, чем индивидуальным; их доля в сравниваемом случае практически одинакова (82,2 и 85,7 %). Вклад этого газа в структуре выхлопов отдельных типов автотранспортных средств существенно различается. В составе выбросов легковых автомашин на него приходится 79,0%, грузовых 87,1% и автобусов 84,0%. Такое состояние заставляет задуматься о причинах столь высокого объема именно этого вида загрязнений воздушной среды. Как известно, оксид углерода получается вследствие недоокисления углеродного топлива при его сгорании в двигателе. Так как процесс горения топлива в двс зависит от множества различных факторов, то это представляет значительную проблему для проектировщиков новых типов тепловых двигателей. Можно высказать предположение, что создание условий полного сгорания топлива в двс исключит образование оксида углерода, а следовательно, практически исключит экологическую проблему загрязнения воздушной среды в городах.

Ко вторым по массе загрязнителям атмосферы, выбрасываемым автотранспортным парком, относятся углеводороды - испарившееся и

несгоревшее топливо. Масса их годового выброса составляет около 8,6 тыс. т (9,3 %), то есть на порядок меньше по сравнению с оксидом углерода. Их вклад по видам транспорта соответственно 14,1; 8,2 и 6,9 %. Выбросы несгоревшего топлива обусловлены несовершенством конструкции двс и могут быть устранены созданием условий полного согласования необходимой массы рабочей смеси в двигателе с нагрузочным режимом работы двигателя. В настоящее время это достигается путем автоматических дозирующих устройств (впрыск топлива), управляемого с помощью процессора.

Годовая эмиссия оксидов азота найдена равной в 2003 г. 5,4 тыс. т (5,9 %). В большей мере ими насыщены выхлопы автобусов (8,0 %) и легкового транспорта (6,4 %), где их находится в 1,5-1,8 раза больше по сравнению с выбросами грузовых машин (4,4 %). Значительно меньше автотранспортные средства выбрасывают в воздушную среду сернистого газа 534 т (0,5-0,6 %) и соединений свинца 12 т (0,01 %). Минимальное количество сернистых продуктов находится в выбросах легкового автотранспорта, максимальное - в выхлопах автобусов, соединений свинца - грузовых автомобилей. При этом в целом индивидуальный и служебный транспорт «поставляет» его одинаково. Снижение выбросов сернистого газа обусловлена повышением требований к содержанию серы в бензине и дизельном топливе (стандарты «Евро 4 и Евро 5»), содержание свинца седено к минимуму за счет исключения использования этиированных сортов бензина.

Следует отметить, что в последние 3 года при увеличении численности автотранспорта на 9,2 тыс. единиц масса его выбросов снизилась на 1390 т или 1,5 %. Это объясняется ростом количества легковых автомобилей с их малыми объемами поллютантов (8 %). Это достигается путем совершенствованием конструкции двигателей (увеличение количества клапанов, индивидуальныцй впрыск топлива, использование переднеприводных трансмиссий и т.д.) и сокращением числа автобусов (за счет замены автобусов малой паммажировместимости автобусами большой

пассажировместимости) У легковых автомобилей оно возросло за счет индивидуального транспорта (почти на 11 %).

При использовании найденного значения вклад АТС в суммарное загрязнение города возрастает до 39,5 %, что соответствует средней величине по стране в 2011 г.

Для проведения природоохранных мероприятий на конкретной территории необходимы данные по содержанию вредных веществ в атмосфере примагистрального пространства. Стандартная методика его оценки помимо транспортной нагрузки на магистрали учитывает рельеф и застройку местности.

Результаты натурных наблюдений показывают, что основным типом АТС в городе служат легковые автомобили, на которые в последние годы приходится 87 % суммарного количества.

При проведении обследования содержание оксида углерода определяли расчетно-аналитическим путем по количеству и типам автотранспорта, проходящего по магистрали в единицу времени. В соответствии с методикой АТС разбивались на 5 категорий: автобусы, легковые автомобили, легкие, средние и тяжелые грузовые машины.

В качестве примера приведены усредненные данные по суточной динамике загрязнения автотранспортным парком на проспектах и улицах, движение на которых квалифицируется как интенсивное, умеренное и слабое (ноябрь - декабрь 2002 г.). Поток автомобилей на улицах с интенсивным движением в 40-50 раз выше, чем на улицах со слабым движением. Во всех случаях преобладают легковые автомобили. Причем на улицах со слабой и средней нагрузкой в зимний период количество оксида углерода ниже, чем в теплое время года. Достаточно высок (около 15 %) и постоянен на улицах города вклад автобусов. При малой загруженности он незначителен (около 5 %) и случаен. Более неопределенно как по времени суток, так и по загруженности распределение в потоках грузового автотранспорта, хотя

разброс на магистралях с интенсивным движением менее существенен. По структуре потоков АТС рассчитано загрязнение атмосферы на этих улицах.

Таблица 4.

Загрязнение воздушной среды примагистрального пространства оксидом углерода в миллиграммах на кубометр [34]

Примагистральное пространство	8 - 9 ч	13 - 14 ч	18 - 19 ч
Пр. им. газеты «Красноярский рабочий»	65,2	66,8	88,2
Академгородок	2,0	2,3	1,9

Вклад оксида углерода снижается медленнее по сравнению с численностью автомобильных потоков. Если их количество на сравниваемых улицах убывает в 40-60 раз, то загрязнение - в 30-40 раз. Происходящее объясняется преимущественно превалированием в потоках легковых автомобилей. В большинстве случаев в светлое время суток содержание оксида углерода заметно превышает ПДК (5 мг/м<sup>3</sup>) [20]

Наряду с оценкой содержания оксида углерода определяли концентрацию общего загрязнения среды. Отбор образцов проводили как непосредственно вблизи полотна дороги, так и на расстоянии 5 м, а в некоторых случаях - 25 м от него.

Общее загрязнение заметно (в 1,23-1,45 раза) превышает концентрацию оксида углерода в атмосфере обследуемых улиц. Обработка полученных результатов показывает, что величина этого показателя для основных улиц города в среднем равна 1,32. В 5 м от полотна загрязнение воздуха уменьшается от 8 до 23 % в зависимости от интенсивности движения по магистрали. Характер снижения их концентрации при дальнейшем удалении различается. В 25 м от обочины содержание примесей соответственно уменьшается на 19, 30 и 35 %. Ослабленное снижение на некоторых улицах обуславливается застойными явлениями в связи с двухсторонней многоэтажной застройкой, повышенное рассеяние объясняется близостью реки. Концентрация примесей в воздушной среде улиц, особенно крупных

магистралей в дневное время, является, как правило, близкой. Исключая максимумы, ее отклонение не превышает 10-15 %.

Иной характер изменчивости содержания веществ в случае образования автомобильных «пробок» и частично - на остановках автобусов. Проведенные исследования влияния пробок показали, что загрязнение воздуха волнообразно изменяется в зависимости от режима регулирования движения транспорта. Пределы варьирования его содержания изменяются в 2 раза и более. Главной причиной образования пробок является недостаточная пропускная способность улиц. Требуется радикальная перепланировка улиц и многоуровневое разведение улиц и перекрестков. Обратная зависимость отмечается для набережной р. Енисей. Вместо среднего для улиц города соотношения суммарных примесей к оксиду углерода (1,32), его значение снижается до 1,12-1,19. На расстоянии около 20 м от полотна загрязнения снижается более чем наполовину. Такая изменчивость динамики объясняется хорошим проветриванием, близостью реки, ее течением, растворимостью газов в воде. В связи с этим в Красноярске интересно было бы использовать естественный рельеф местности в зоне реки «Енисей», расположив основную автомагистраль вдоль русла реки по островам. Последние можно соединить подвесными мостами, или дюкерными переправами. Это позволило бы исключить пробки в городе и использовать расположение города вдоль реки с целью минимизации расстояний доставки грузов и пассажиров. Роза ветров и отсутствие застройки на островах и береговой линии способствовала бы интенсивному удалению выхлопных газов и естественной вентиляции местности. Ориентировочные расчеты показывают, что в этом случае общее количество вредных веществ в воздушном пространстве города можно было бы снизить примерно на 60%. Особенности географического положения города, связанные с наличием значительного перепада высот по берегам (район Афонтовой горы, сопки, Покровской горы, Таргашинского кряжа Каштака и т.д.) создают неблагоприятные условия погладки протяженных дог в объезд, что создает дополнительную экологическую

нагрузку на центральные районы города. Здесь было бы целесообразно осуществить разводку дорог с применением эстакад с активными подвижными элементами.

В этом случае подъем на гору с перепадом высот в 500 м осуществлялся бы непрерывным транспортом эскалаторного типа и АТС не затрачивали бы огромного количества топлива на преодоление этих высот, или сжигая его при движении в объезд. Прокладка дюкерных переправ через Енисейские протоки позволили бы соединить острова друг с другом по самым коротким траекториям, с минимальными затратами времени на движение и капитальными вложениями в строительство. Использование эстакадных подъемников и дюкерных переправ позволило бы примерно снизить выбросы в атмосферу от АТС в год в среднем на 25 - 46%.

Близка к подобному состоянию и ситуация с загрязнением воздушной среды на автобусных остановках с небольшим числом маршрутов. При увеличении их количества загрязнение атмосферы становится постоянно высоким, в 1,3-1,5 раза превышающим его величину в середине квартала.

Для некоторых улиц характерно высокое устойчивое загрязнение атмосферы в течение всего светлого периода суток. Основная причина создавшегося положения состоит в котловинном расположении территории и многоэтажном характере застройки.

При изучении суточной динамики помимо оценки содержания загрязнения в светлое время суток (8-9, 13-14 и 18-19 ч) определяли концентрацию оксида углерода ночью (23-24 ч). На отдельных улицах его содержание оценивали и в промежутках между основными точками обседа транспорта.

Обработка результатов анализа указывает на всеобщность характера загрязнения. В суточной динамике отмечаются максимумы в утреннее, послеобеденное и вечернее время. В промежутках между ними загрязнение, прежде всего на периферийных улицах, с 9.30 до 11.30 снижается в 1,4-2,7 раза. Соотношение максимумов для различных улиц в основном является

близким - 0,9:1,1:1,0. Оно характеризуется некоторым снижением загрязнения утром и повышением днем. Для уточнения хода суточной динамики в течение 3 будних сентябрьских дней 2003 г. с 6 до 23 ч с интервалом в 2-3 ч проведена оценка интенсивности движения автотранспорта по одной из основных магистралей города. В соответствии с общим характером в динамике отмечается 3 достаточно существенных всплеска: утром, днем и вечером. В прилегающие к ним промежутки времени интенсивность выбросов снижается в 1,5-2 раза. Для этих промежутков времени свойственна наибольшая изменчивость содержания угарного газа, когда его концентрация в воздушной среде изменялось на 30-45 %, в то время как в остальные периоды на 15-25 %. Значение коэффициентов варьирования в этих случаях достигало 18 %.

В ночное время загрязнение воздушной среды автотранспортными средствами резко уменьшается. В жилых районах оно снижается в 3,0-4,5 раза, на центральных магистралях - в 1,9-2,6 раза. Это обуславливается значительным сокращением эксплуатации автомобильного парка, связанным с окончанием работы многих предприятий, с частичным или полным прекращением движения по маршрутам общественного транспорта, возвращением большей части горожан домой.

Сезонная динамика загрязнения среды на 11 улицах с различной интенсивностью движения. Максимальное содержание оксида углерода в атмосфере большинства улиц наблюдается в летний период. Оно на 15-20 % выше по сравнению с его средним уровнем. Весной его вклад уменьшается на 5-7 %. Наиболее чистой воздушная среда найдена зимой. Осенью загрязнение воздушной среды несколько превосходит зимний уровень и становится более стабильным, что указывает на целесообразность проведения основных исследований в этот период.

Серьезный интерес представляет и изучение многолетней динамики загрязнения уличной атмосферы АТС, ее изменения в последние годы. Ретроспективные данные могут быть полезны при прогнозировании,

принятии опережающих управленческих решений. Сравнение результатов указывает на постоянный, хотя и неравномерный рост загрязнения воздушной среды на улицах города. За 5-летний период наблюдений содержание оксида углерода на магистралях с интенсивным движением возросло в 1,5-1,7 раза, а со слабым еще больше. Особенно значительно наращивание выбросов отработанных газов отмечалось в последние годы (так в 2002-10 г. - на 15-19 % против 5-7 % в предыдущие). Коэффициенты варьирования загрязнения атмосферы в течение наблюдаемого периода найдены на уровне 15-18 %.

При рассмотрении многолетней динамики обращает на себя внимание некоторое несоответствие между наращиванием в г. Красноярске численности автотранспортного парка и загрязнением им воздушной среды. При ежегодном увеличении числа автомобилей в среднем на 2-3 % прирост насыщенности оксида углерода в воздухе увеличивается на 10-12 %. Представляется, что такое расхождение обуславливается усилением эксплуатации городских АТС, интенсификацией транспортировки сырья и материалов для предприятий и объектов торговли, а также оживлением разнообразных связей прилегающих районов края с краевым центром.

Экономический ущерб, наносимый выбросами АТС, может быть рассчитан как плата за неблагоприятное воздействие их отдельных компонентов на окружающую среду и население. Расчетные данные получаются исходя из массы попадающих в атмосферу загрязнителей и нормативов платы за них, установленных Постановлением Правительства РФ, с учетом соответствующих коэффициентов, приведенных ниже. В таблице 5 приведена покомпонентная и суммарная стоимость загрязнения атмосферы автотранспортом в тысячах рублей.



Таблица 5.

Покомпонентная и суммарная стоимость загрязнения атмосферы  
автотранспортом в тысячах рублей. [34]

Тип транспорта	СО	кох	снх	РЬ	Общая
Значение %					
Индивидуальный транспорт					
Автобусы 98,9 21,6	8,8	71,9	1,4	8,3	8,5
Грузовые 95,6 20,8	13,2	58,2	2,5	3,3	18,4
Легковые 264,3 58,0	22,4	158,1	8,0	7,8	68,0
Всего 458,9	44,4	288,2	11,9	19,5	94,9
Вклад компонентов, %	9,6	62,8	2,6	4,2	20,7
Служебный транспорт					
Автобусы 218,3 39,2	19,3	158,7	3,2	18,4	18,7
Грузовые 303,5 54,5	39,8	174,9	7,5	10,0	71,3
Легковые 34,9 6,3	3,0	20,8	1,1	1,0	9,0
Всего 556,7	62,1	354,5	11,7	29,4	99,0
Вклад компонентов, %	11,2	63,7	2,1	5,3	17,8

Общая стоимость за загрязнение атмосферы найдена равной 850 тыс. руб., а с учетом сверхнормативного - до 1 млн. руб. Причем ущерб за выбросы индивидуального транспорта вдвое выше, чем служебного. Согласно федеральному закону «Об охране окружающей среды» плата за загрязнение автотранспортом взимается лишь с юридических лиц. Такое положение свидетельствует о правомочности постановки вопроса о целесообразности платы за него владельцами индивидуальных АТС, разработки ее правовой основы и механизма реализации. Рассчитанная надбавка за загрязнение составит с владельца автомобиля при условии расхода горючего 30 л/сут около 30 руб./год. Ресурсы созданного на этой основе целевого бюджетного фонда могут быть направлены на мероприятия по снижению автотранспортного загрязнения. Поступающие средства могут дополнительно быть использованы для проектно-исследовательских работ, направленных на совершенствование АТК г.Красноярска, поиска новых

решений и разработке инновационных проектов развития всей инфроструктуры.

Максимальная плата за выбросы связана с эксплуатацией грузового транспорта, составляющего около 40 % от общей суммы. Для легковых автомобилей она снижается до 29,4 %, а автобусов - до 31,1 %. При этом для автобусов и грузовых машин ущерб выше для служебного, а легковых - индивидуального парка.

Плата за отдельные компоненты выбросов существенно отличается от их массы. Их отношение для превалирующего оксида углерода снижается в 7 раз и стоимость за попадание в атмосферу составляет 10,5 % от общей суммы. В случае легковых автомобилей она уменьшается до 9,6 %. Обратная зависимость свойственна для оксидов азота. При массе около 6 % их плата возрастает до 62,8-63,7 %. Высока стоимость и за наличие в выбросах соединений свинца. По видам собственности ее значение близкое (20,7-17,8 %), по типам автотранспорта - существенно отличается: для автобусов - 2,6 %, грузовых машин - 8,8 % и легковых автомобилей - 7,6 %. Плата за достаточно различные по массе углеводороды (9,3 %) и сернистый газ (0,6 %) взимается на уровне 2,3-4,8 %.

Расчеты за загрязнение воздушной среды, проведенные косвенным образом по расходу топлива и нормативам платы за его использование, ниже (около 800 тыс. руб.) по сравнению с покомпонентной оплатой. В большей мере различия касаются индивидуального парка. В обоих вариантах максимальный ущерб обусловлен выбросами грузового транспорта. Доля его платы выше во втором из них, автобусов и легковых автомобилей - в первом. Полученные данные позволили ревизовать соответствие реальных и официальных нормативов платы за выхлопные газы, образующиеся при использовании неэтилированного бензина. Простейшие расчеты показывают, что их плата равна 3,45 руб./т. Она занижена в 1,6 раза, что можно рассматривать как резерв фонда по оздоровлению городской среды.

Загрязненная среда относится к одному из факторов, определяющих состояние здоровья населения, вклад которого в отдельных случаях может достигать 50 % и выше. Взаимосвязь между параметрами загрязнения и числом заболеваний устанавливается исходя из оценки риска, рассчитываемого по среднегодовым концентрациям вредных веществ в воздухе.

Методология оценки риска здоровью от воздействия вредных факторов окружающей среды, рассматривается как один из наиболее приоритетных и эффективных инструментов научного обоснования управленческих решений в области охраны здоровья человека и окружающей среды [1].

Считается, что в атмосфере г. Красноярска находится около 160 видов загрязняющих веществ. Среди них безусловно канцерогенными являются: бенз(а)пирен, тяжелые металлы, бензол, сажа; вероятными канцерогенами: формальдегид, хлористый винил. Большинство из этих соединений входят в состав выхлопных газов АТС. Наиболее опасным является бенз(а)пирен, инициирующий почти 90 % дополнительных случаев возникновения злокачественных новообразований. Заметный вклад вносят также бензол и формальдегид.

Улучшение положения с оздоровлением воздушной среды города возможно лишь на основе системного подхода, главной составляющей которого осуществление единой политики оздоровления атмосферы на основе реализации современных технических и эколого-экономических достижений, включающей разработку сводного тома предельно допустимых выбросов города, организацию муниципального экологического контроля за состоянием атмосферного воздуха; формирование, реализация и экспертирование эколого-правовых отношений в области эксплуатации автотранспорта, нормативной документации, форсировании решений по созданию городской автоматизированной системы управления дорожным движением; усиление внимания архитектурно-планировочным решениям, озеленительным мероприятиям и техническому совершенствованию самого

автомобиля и его подсистем. Существенную роль в достижении необходимых результатов должны сыграть введение удельных нормативов на выбросы и сертификация топлива. Значительный эффект обеспечат мероприятия по структурированию и регулированию движения, а также рациональные архитектурно-пространственные решения. По всему комплексу вопросов, связанных со снижением загрязнения воздушной среды города выхлопными газами выбросов АТС, сделаны выводы и рекомендации:

- Проблема загрязнения автотранспортом атмосферы г. Красноярска относится к приоритетным и является актуальной задачей развития не только АТК, но и всей инфраструктуры города.
- Для оценки выбросов в г. Красноярске возможно использовать стандартную методику, так как она учитывает все особенности функционирования АТС, дает достаточно точный и достоверный результат. Однако она плохо согласована с современными тенденциями развития АТС и направлена преимущественно на отражение текущего момента состояния экологической обстановки в городе, но не обеспечивает возможности прогнозирования ближайшего, или отдаленного будущего.
- Получена оценка суммарной загрязненности воздушной атмосферы ряда улиц и вклад в нее оксидов углерода, ее изменчивость при разном удалении от полотна дороги, в «пробках», на автобусных остановках. Отмечаются улицы с высокой, средней и низкой загрязненностью воздуха, уровень которой различается в 30-40 раз, что несколько ниже их загруженности (в 40-60 раз) автотранспортом.
- Установлено, что в г. Красноярске соотношение численности автобусов:грузовых машин:легковых автомобилей составляет 1:4:33 с преобладанием (87,5 %) индивидуальных автотранспортных средств. Оно существенно отличается от распределения массы их выбросов: соответственно 1:2:1.

- Показан экономический ущерб загрязнения воздушной среды компонентами и выбросами автотранспорта в целом. Более 60 % от суммы приходится на оксиды азота, хотя в выбросах они составляют менее 6 % массы. Пятая часть стоимости определяется производными свинца, составляющими 0,01 % массы выбросов. Действие преобладающего из компонентов (СО - 84 %) оценивается в 10 %. Доля платы за выбросы двух остальных (СН<sub>2</sub> и S<sub>02</sub>) составляет около 7 %. Ревизия нормативов и отсутствие платы за выбросы индивидуального транспорта указывает на наличие резервов для создания бюджетного фонда, предназначенного для природоохранных целей.
- Изучены временные динамики загрязнения воздушной среды городских магистралей, прежде всего оксидом углерода. В суточной динамике для большинства улиц отмечаются максимумы в утреннее, полуденное и вечернее время и резкое (в 2-3 раза) снижение ночью. На центральных магистралях в светлое время суток оно является близким. Сезонная динамика характеризуется максимумом в летний период, незначительным (на 5-7 %) снижением весной и минимумом (на 30 % меньше летнего) зимой. В многолетней динамике наблюдается постоянный рост загрязнения воздушной среды уличного пространства от 5-7 до 15-19 % ежегодно, что существенно выше по сравнению с увеличением численности автотранспорта (2-3 %).
- Рассмотрена ретроспектива и предложены рекомендации по снижению загрязнения воздушной среды г. Красноярска автотранспортными средствами. Улучшение достигается при комплексном решении проблемы.
- Составными частями подхода, тесно связанными с социально-экономическим развитием города, является четкая организация и финансирование муниципального мониторинга, базирующегося на действенных экономико-правовых отношениях [24].

### **3.3 АТМОСФЕРНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Проблемы обеспечения экологической безопасности автотранспорта  
Негативные последствия функционирования транспорта обуславливают необходимость усиления работы по охране окружающей среды и природопользованию как со стороны государства, так и общественности в аспекте широкомасштабной политики экологической безопасности. Под экологической безопасностью принято понимать процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов не только отдельного человека, но и всего общества в целом от угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду.

Ключевыми проблемами обеспечения экологической безопасности на транспорте являются защита от загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов, земельных ресурсов и недр, защита от транспортного шума, предупреждение экологических последствий чрезвычайных ситуаций и катастроф, снижение ущерба природным ресурсам, в первую очередь биологическим, сохранение качества природной среды, обеспечивающее процессы саморегулирования и самоочищения от вредных для нее веществ.

Меры по предотвращению вредного воздействия транспорта на ОС

Политика экологической безопасности реализуется путем проведения комплекса природоохранных мер, направленных на повышение экологических характеристик подвижного состава и инфраструктуры транспорта. Эти меры по направлениям деятельности подразделяются на четыре группы: организационно-правовые, архитектурно-планировочные, конструкторско-технические, эксплуатационные.

**Организационно-правовые мероприятия** включают формирование нового эколого-правового мировоззрения, эффективную реализацию государственной экологической политики, создание современного

экологического законодательства и нормативно-правовой базы экологической безопасности, а также меры государственного, административного и общественного контроля за выполнением функций по охране природы. Они направлены на разработку и исполнение механизмов экологической политики, природоохранного законодательства на транспорте, экологических стандартов, норм, нормативов и требований к транспортной технике, топливно-смазочным материалам, оборудованию, состоянию транспортных коммуникаций и других. Долгосрочной программой этого направления является разработка реальных и действенных механизмов формирования экологического сознания человека. Это направление является главным, так как именно оно определяет все остальные направления реализации программы. Следует отметить, что именно в этом вопросе существует нерешенная проблема, ибо на сегодняшний день отсутствуют наработанные и обоснованные способы воспитания экологического сознания в человеке. Без решения этой главной проблемы общая проблема экологической безопасности вряд ли в ближайшее время будет решена.

**Архитектурно-планировочные мероприятия** обеспечивают совершенствование планирования всех функциональных зон города (промышленной, селитебной - предназначенной для жилья, транспортной, санитарно-защитной, зоны отдыха и др.) с учетом инфраструктуры транспорта и дорожного движения, разработку решений по рациональному землепользованию и застройке территорий, сохранению природных ландшафтов, озеленению и благоустройству. И здесь просматривается нерешенная проблема, связанная с глубинным противоречием между восприятием мира человеком, как объектом удовлетворения его объективно возрастающих потребностей и пониманием ценности природы - как основы жизни вообще.

**Конструкторско-технические мероприятия** позволяют внедрить современные инженерные, санитарно-технические и технологические

средства защиты окружающей среды от вредных воздействий на предприятиях и объектах транспорта, технические новшества в конструкции подвижного состава. Здесь так же существует корневая проблема, которая вызвана застойными явлениями в самих транспортных системах, отсутствием опережающих и перспективных идей совершенствования АТС, а самое главное - отсутствием людей, способных на ином качественном уровне обеспечить экологически более безопасное функционирование транспортного комплекса.

**Эксплуатационные мероприятия** осуществляются в процессе эксплуатации транспортных средств и направлены на поддержание их состояния на уровне заданных экологических нормативов за счет технического контроля и высококачественного обслуживания. Отсутствие согласования между темпами развития потребностей человека в транспортных услугах, их количество и качество, с темпами развития самих АТС неизбежно приводит к отставанию сферы эксплуатации. Как следствие - повышение расходов на содержание, ремонт и техническое обслуживание. Согласование этих темпов возможно при опережающем развитии АТК с заделом на ближайшую и отдаленную перспективу и своевременное внедрение передовых методов инновационного проектирования и разработке и внедрения передовых технологий.

Перечисленные группы мероприятий реализуются независимо друг от друга и позволяют достичь определенных результатов. Но комплексное их применение обеспечит максимальный эффект.

Возможные меры по предотвращению отрицательного воздействия АТС на воздушную среду сводятся к следующему:

- совершенствование структуры парков подвижного состава;
- преимущественное развитие в городах малотоксичных видов транспорта (метро, скоростной трамвай, городские железные дороги облегченного типа) и применение экологически чистых видов топлив;
- расширение использования городского автобусного сообщения;



- совершенствование транспортной планировки городов;
- организация дорожного движения;
- улучшение ТО и Р;
- контроль технического состояния транспортных средств;
- ввод системы сертификации.

Ниже, в таблице 6 приведен состав отработавших газов распространенных конструкций ДВС

Таблица 6.

Состав отработавших газов распространенных конструкций ДВС, % по объему [34]

Компоненты	Карбюраторные	Дизельные
N <sub>2</sub>	72- 75	74-76
H <sub>2</sub> O	3-8	0,8-4
CO <sub>2</sub>	10- 14,5	6-10
CO	0,5 - 1,3	0,1 - 0,5
NO <sub>x</sub>	0,1 - 0,8	0,01 - 0,5
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,2 - 0,3	0,02 - 0,5
Альдегиды	0-0,2	0 - 0,01
Частицы, г/мі	0,1 - 0,4	0,1 - 1,5
Бензопирен, мкг/мі	10-20	до 10

Различают два способа снижения уровня токсичности вредных выбросов двс:

1 - основан на снижении содержания в остаточных газах CO, CH, NO<sub>x</sub> внутри рабочего цилиндра. Достигается за счет улучшения процесса горения гоучей смеси в камере сгорания двс. Применяются конструктивные изменения: дозированный, управляемый впрыск топливной смеси непосредственно в камеру сгорания, увеличение проходного сечения клапанов, многоискровое зажигание, сдвиг фаз газораспределения, применение форкамеры, повышение степени сжатия, наддув воздуха и принудительная продувка, применение альтернативных топлив и азличных добавок к нему и т.д.

2 - направлен на удаление вредных примесей уже на выходе из цилиндра двигателя. Достигается за счет каталитического дожигания

выхлопных газов на медно-хромовых, палладиевых и др. катализаторах, селективное каталитическое восстановление окиси азота аммиаком, улавливание  $SO^2$  в режиме конденсации при охлаждении газов ниже точки росы, фильтрацию от сажи и аэрозолей на пористых материалах с периодической термической регенерацией фильтра и многое другое [19].

Наибольший эффект может быть достигнут совместным использованием этих двух подходов. Следует иметь в виду, что в первом случае устраняется причина, а во втором - следствие. Оптимальным по большинству показателей ( $CO$ ,  $Ve$ ,  $CH$ ,  $NOx$  и  $Pe$ ) является стехиометрическое сгорание ( $a=1$ ). При  $a=1$  значительно сокращается в ОГ содержание  $CO$  и  $CH$  при незначительном ухудшении экономичности и мощности. Недостатком является возрастание содержания  $NO^*$ . Мероприятия по улучшению экологических показателей карбюраторных двигателей сводятся к следующему (таблица 7.)

Таблица 7.

Мероприятия по улучшению экологических показателей карбюраторных двигателей [34]

№	Мероприятия по снижению токсичности ОГ	Окиси углерода, %	Углеводороды, %	Окислы азота, %	Мощность двигателя, %	Расход топлива, %
1	2	3	4	5	6	7
1.	Применение диагностических комплексов	нор.	нор.	нор.	нор.	-10...30
2.	Работа на экономичных скоростях и режимах (профессиональное мастерство)	нор.	нор.	нор.	нор.	-15...20
3.	Уменьшение угла опережения зажигания (впрыска) топлива.	нор.	-15...25	-20...60		нор.
4.	Рециркуляция отработавших газов (до 15...20 %)	нор.	нор.	-35...40	нор.	нор.
5.	Автоматическое отключение привода вентилятора	нор.	нор.	нор.	нор.	-10...20

Продолжение таблицы 7.

1	2	3	4	5	6	7
6.	Индивидуальная регулировка системы холостого хода карбюратора	-30	-30	нор.	нор.	нор.
7.	Повышение частоты вращения коленчатого вала на режиме холостого хода	-10	-10	нор.	нор.	+5...10
8.	Обеднение главной дозирующей системы карбюратора ( $\phi=1.05...1.15$ )	-40	-15	-30	-8...10	-5...10
9.	Прогрев воздуха перед карбюратором	нор.	умен.	+	нор.	нор.
10	Подогрев горючей смеси	-40	-40	+40	нор.	нор.
11	Увеличение зазора между электродами свечей зажигания	нор.	-30	нор.	нор.	нор.
12	Установка оптимальных углов опережения зажигания	нор.	-30	-20	нор.	нор.
13	Применение электронной системы зажигания	нор.	нор.	нор.	нор.	умен.
14	Замкнутая система вентиляции картера	нор.	-30	нор.	нор.	5...6
15	Применение нейтрализаторов-катализаторов тройного действия.	-90	-90	-76	-7...8	5...6
16	Впрыск воды (водяного пара) до 8...10 % или применение водотопливных эмульсий	-30...33	+200	-20...50	нор.	нор.
17	Форкамерно-факельное зажигание или расслоение заряда.	-30	-15	-30	нор.	нор.
18	Конструкция камеры сгорания ( $F_{кс}/V_{кс}$ )	нор.	-35...50	-10...15	нор.	нор.

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
19	Применение регулятора разрежение (ЭПХХ) или выключение подачи топлива на ПХХ	нор.	-30...40	нор.	нор.	-3...5
20	Впрыск бензина	-10	-10	нор.	нор.	нор.
21	Совершенствование системы уплотнения «стержень - клапан - направляющая втулка»	-15	-32..40	-7	нор.	нор.
22	Применение антидымных присадок	Уменьшение сажи до 90 %				
23	Использование газообразных углеводородных топлив	-100	-50	нор.	нор.	нор.
24	Применение водорода	отс.	отс.	+30	-20	-20...30
25	Применение наддува	-20	-30	+60	+30	+20
26	Теплоизоляция стенок камеры сгорания	-60	-50	+40	-30	-10
27	Применение четырех и более клапанов на один цилиндр	-60	-20	-20	+15	-10
28	Повышение степени сжатия с 9.5 до 12	нор.	-25	+100	+25	-15
29	Много искровые зажигания или установка более одной свечи зажигания	нор.	-20	-25	нор.	нор.
30	Изменение гидродинамического состояния горючей смеси	-9	нор.	нор.	-5	+9
31	Дожигание ОГ путем нагнетания воздуха во впускной тракт	-50	-50	нор.	нор.	нор.
32	Применение в дизелях двухфазного смесеобразования (газодизели)	-150	-180	-350	+9	нор.

## Окончание таблицы 7.

1	2	3	4	5	6	7
33	Отключение цилиндров	-15...25	-30...40	+5...15	-10...15	-10...20
34	Применение антидетонатора - этил-трет-бутилового эфира или применение неэтилированного бензина	Уменьшается содержание свинца и его соединений				

В последние 10-15 лет в нашей стране и во всем мире наметилась тенденция широкого использования альтернативного топлива. Речь идет о природном газе. Это направление стимулируется разработанной нормативно-правовой базой и стимулируется налоговой, ценовой, тарифной и кредитной политикой.

В Нидерландах более 50% всего автотранспорта используют в качестве топлива газ, в Италии – более 20%. 95% автобусного парка Вены и 87% парка Дании работают на газе. В странах Западной Европы для стимулирования газификации автотранспорта предусматривается существенное уменьшение налогов на автомобили, использующие газовое топливо. В среднем, эта разница составляет 1,5-2 раза, кроме того, автовладельцы после конверсии автомобиля освобождаются от налоговых выплат на 3 года. С 1996 года в Великобритании и Франции существенно уменьшены налоги на автомобили, использующие газовое топливо. В Германии эта разница составляет 1,5 раза, в Нидерландах – 1,7 раза [30]

В начале 90-х годов прошлого столетия Правительство РФ также стало принимать определенные меры по решению проблем экологизации автотранспорта. Постановлениями Правительства РФ от 15 января 1993 года № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом» и от 2 ноября 1995 года № 1087 «О неотложных мерах по энергосбережению», в частности, предусмотрено осуществить замену дефицитных нефтяных видов топлива альтернативными, а также сократить объем потребления бензина за счет увеличения выпуска автотранспортных

средств, работающих на газообразном топливе. В связи с этим перевод автомобильного транспорта на природный газ становится важнейшей государственной задачей для России. Специалисты считают, что в нашей стране единственным путем повышения экологичности автотранспорта является его перевод на природный газ, что обеспечит сокращение вредных выбросов в окружающую среду двигателями автомобилей до уровня, отвечающего жестким европейским нормам. Проблема перевода автотранспорта на природный газ представляет собой решение комплекса сложных задач, среди которых наиболее значимыми являются: серийное производство газобаллонных автомобилей; создание инфраструктуры (сети) заправочных комплексов; разработка и производство надежного газобаллонного оборудования; создание сервисной сети для переоборудования автотранспортных средств; подготовка кадров; правовое и рекламно-информационное обеспечение и т.д. В связи с чем, программы газификации автотранспорта и улучшения экологической обстановки могут быть реализованы не только по указу сверху, но и при поддержке и непосредственным участие региональных властей [62].

Таким образом, массовый перевод отечественных автомобилей на природный газ является наиболее рациональным, ресурсообеспеченным и экологически приемлемым путем повышения эффективности и экологизации автомобильного транспорта России. Кроме перевода автотанспорта на газ существует еще одно направление развития городских транспортных систем - переход к общественному электотранспорту, который является альтернативным видом городского транспорта. Ниже приведен сравнительный анализ альтернативных видов транспорта.

#### *Анализ альтернативных транспортных систем*

Альтернативная система автомобильному городскому транспорту является городской электротранспорт, прежде всего – общественный: метро, троллейбусы, трамваи.

Обоснование выбора альтернативной системы. Под альтернативной системой автотранспорта в городе следует понимать такую транспортную систему, которая выполняет аналогичную главную полезную функцию, но ее принцип действия основан на использовании иных энергетических источников движения.

Если традиционный автомобильный городской транспорт для выполнения своей функции передвижения использует тепловую энергию от сжигания углеводородного топлива (высокооктановые сорта бензина, дизельное топливо, биотопливо), то альтернативная система, должна использовать другие источники энергии. В городском пространстве наиболее приемлемым и экологически чистым видом энергии является электрическая. Электрическая энергия является наиболее управляемым и экологически чистым видом энергии, которая широко используется в промышленных объектах городской зоны и объектах жилищно-коммунального хозяйства. В таблице 8 приведена сравнительная оценка качественных показателей автомобильного городского транспорта и альтернативного, электрического транспорта.

Таблица 8.

Сравнительная оценка автотранспорта и альтернативного, электрического транспорта в условиях города

автотранспорт		электротранспорт	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
Высокая мобильность и автономность (независимость от стационарных источников энергоснабжения) Высокие удельные энергопоказатели (возможность максимального съема мощности с килограмма веса ДВС) Независимость энергетических	Загрязнение окружающей среды продуктами сгорания топлива и эксплуатационными материалами (попадание масел и топлив в почву) Низкий к.п.д. ДВС (от 24 до 36%) Невозможность реверсирования ДВС и получения максимального крутящего момента во всем диапазоне оборотов Необходимость применения сложной механической	Отсутствие вредных выбросов при работе электродвигателя Возможность управлять величиной крутящего момента в широком диапазоне оборотов электродвигателя Высокий к.п.д. электродвигателя (0,86 – 0,93%) Возможность реверсирования направления вращения электродвигателя и рекуперирования	Наличие токсичных выбросов аккумуляторных батарей или ТЭС Зависимость городского пассажирского электротранспорта от стационарного источника электропотребления (контактные сети, электрозаправочные станции аккумуляторных батарей) Низкий запас хода мобильных

показателей от пройденного автомобилем расстояния Возможность использования дополнительного тепла от ДВС для прогрева салона	трансмиссии Высокий уровень шума при работе и необходимость применения устройств шумоподавления (глушители) Сложность в ремонте и эксплуатации Сравнительно низкий срок эксплуатации (100-250 т.км до кап. ремонта) Необходимость прогрева ДВС и поддержания табочей температуры в узком диапазоне Невозможность рекуперирования энергии	энергии Отсутствует применение сложной механической трансмиссии (коробки передач) Высокая надежность, ремонтпригодность при минимальных эксплуатационных затратах на ремонт и содержание Низкий уровень шума Отсутствует необходимость в прогреве перед началом движения	электрокаров (не более 100км) Зависимость мощности электропривода мобильного электрокара от пройденного расстояния Низкие удельные энергетические показатели Высокий вес электродвигателей и автономных аккумуляторных батарей. Необходимость увеличения габаритных размеров мобильного кара за счет размещения в нем аккумуляторных батарей
---	---	--	--

Вывод по сравнительному анализу альтернативных систем:

- Достоинства и недостатки альтернативных систем взаимно противоположны;
- Существует реальная возможность объединения автотранспорта с электротранспортом;
- Объединение альтернативных систем позволит суммировать достоинства двух вариантов и одновременно исключить их недостатки, например – перехода к гибридным энергоустановкам по схеме ДВС – генератор – накопитель – электродвигатель. В этом случае, становится возможным реализовать все преимущества электропривода в условиях города (высокий к.п.д., отсутствие прогрева перед началом движения, отсутствие сложной трансмиссии, возможность автономной подзарядки аккумуляторов, отсутствие токсичных выбросов в условиях города независимо от режима движения автотранспорта, низкий шум, возможность рекуперации энергии и т.д.).

Поиск информации в ведущих областях науки и техники, области защиты окружающей среды от вредных выбросов АТС позволил выявить ряд аналогов используемые в них технических и технологических решений, в



которых имеются похожие проблемы и накоплен опыт их полного или частичного решения. К их числу, в частности, относятся:

- Применение более совершенных материалов (металлоконструкции из пластиков и композитов с целью уменьшения массы транспортных средств при сохранении их прочности, более качественного топлива с повышенной энергоотдачей.

- Совершенствование конструкции ДВС путем улучшения параметров сгорания топлива на различных режимах работы ДВС;

- Минимизации потерь в трансмиссии и ходовых устройствах (шины);

- Снижение аэродинамических потерь из-за сопротивления воздуха путем изменения формы корпусов и минимизации площади лобовой поверхности автомобилей;

- Минимизации времени прогрева в зимнее время и полного исключения его за счет перехода к альтернативным транспортным системам (электротранспорту);

- Использование расширенного применения общественного транспорта в городе (преимущественно – электротранспорта);

- Расширение распространения гибридных автомобилей при эксплуатации в городской местности;

- Оптимизация траекторий движения городского транспорта с целью минимизации переходных режимов движения (разгон, остановка, торможения).

Однако, выявленные направления решения проблемы загрязнения окружающей среды выбросами автотранспорта не позволяют в целом решить эту проблему. Для комплексного и системного исследования этой проблемы был выбран типовой прототип исследования – обобщенная конструкция типового массового автомобиля, который выпускается во всех ведущих странах мира. Это автомобиль с бензиновым двигателем с объемом 2.0 л, системы VVTi, автоматической коробкой передач, полным

приводом и кузовом – универсал. В дальнейшем все аналитические процедуры будут выполняться с выбранным прототипом. Для выполнения комплексного системного исследования были выполнены следующие виды аналитических процедур:

Компонентный анализ (элементный) – выявляет составляющие компоненты объекта анализа;

Структурный анализ – определяет связи между элементами и характер воздействия между ними;

Функциональный анализ – определяет, как элементы взаимодействуют друг с другом

Причинно - следственный анализ – устанавливает причины возникновения вредных функций.

В ходе выполнения указанных видов анализа строится система моделей объекта (компонентная, структурная, функциональная)

Совместное рассмотрение этих моделей на базе законов развития технических систем позволяет поставить задачи по преобразованию моделей (функционально-идеальное моделирование) и перейти от задач по преобразованию моделей к задачам по преобразованию объекта анализа.

Анализ компонентный приведен в приложении 3

Анализ структурный приведен в приложении 4

Анализ функциональный приведен в приложении 5

Исследование системной модели «автомобиль-город» приведено в приложении 6

Результаты выполненного системного моделирования приведены ниже:

Компонентно-структурный анализ показал наличие большого количества связей элементов подсистемы и надсистемы, и выявил нежелательные эффекты этих связей.

Общее количество взаимодействий – 51;

Количество нежелательных эффектов – 15:

1. Нежелательный эффект 1 (НЭ1) – дополнительные затраты энергии на движение в гору;
2. Нежелательный эффект 2 (НЭ2) – дополнительный момент инерции от разгона и торможения колеса в трансмиссии; 3.
3. Нежелательный эффект 3 (НЭ3) – разрушение дорожного покрытия колесами автомобиля;
4. Нежелательный эффект 4 (НЭ4) – потеря энергии на преодоление кузовом сил сопротивления воздуха;
5. Нежелательный эффект 5 (НЭ5) – дополнительные затраты энергии на преодоление сил инерции от массы кузова в момент разгона;
6. Нежелательный эффект 6 (НЭ6) – дополнительные затраты энергии на преодоление сил инерции от массы груза в кузове в момент разгона;
7. Нежелательный эффект 7 (НЭ7) – потери энергии двигателя в трансмиссии;
8. Нежелательный эффект 8 (НЭ8) – образование вредных выбросов в выхлопных газах при неполном сгорании топлива;
9. Нежелательный эффект 9 (НЭ9) – потери мощности двигателя в трансмиссии;
10. Нежелательный эффект 10 (НЭ10) – невозможность бесступенчатого изменения передаточных чисел в трансмиссии;
11. Нежелательный эффект 11 (НЭ11) – невозможность управления двигателем в различных режимах его нагружения с минимальными выбросами вредных веществ;
12. Нежелательный эффект 12 (НЭ12) – невозможность обеспечения оптимального соотношения передаточных чисел в широком диапазоне нагрузки на колеса;
13. Нежелательный эффект 13 (НЭ13) – невозможность подачи всегда оптимального количества топлива в двигатель при любом его нагружении для обеспечения его полного сгорания;

14. Нежелательный эффект 14 (НЭ14) – невозможность управлять окислительными свойствами воздуха;

15. Нежелательный эффект 15 (НЭ15) – невозможность управлять количеством вредных выбросов в выхлопных газах;

16. Нежелательный эффект 16 (НЭ16) - загрязнение воздуха вредными испарениями топлива;

17. Нежелательный эффект 17 (НЭ17) - содержание частиц несгоревшего топлива в выхлопных газах;

18. Нежелательный эффект 18 (НЭ18) - неполное окисление топлива воздухом;

19. Нежелательный эффект 19 (НЭ19) - нанесение вреда здоровью людей от содержания вредных примесей выхлопных газов;

20. Нежелательный эффект 20 (НЭ20) - аккумуляирование вредных примесей в воздухе;

Общие выводы компонентному и структурному анализу:

1. Система автомобиль-дорога представляет собой сложную, разветвленную цепь взаимодействий и преобразований с большим количеством элементов;

2. Количество элементов надсистемы – 7;

Количество элементов подсистемы – 5;

3. Было выявлено 20 нежелательных эффектов в 45 взаимодействиях; общее количество возможных парных взаимодействий - 269;

Из функционального анализа можно сделать вывод:

Имеется значительное количество вредных функций - 25. Это говорит о том, что существующая система автомобиль-дорога в городе крайне несовершенна;

Имеются элементы, обладающие значительным количеством вредных функций: выхлопные газы - 4; колеса автомобиля - 3, двигатель - 3, трансмиссия - 2

Значительная доля операций предполагает привлечение к процессу человека (водителя) осуществляющего управление операциями движения автомобиля.

Результаты анализа содержатся в таблице 9.

Таблица 9.

Результаты функционального анализа

Основные	15 функций
Обеспечивающие выполнение ГПФ	8 Функций
Вспомогательные (дополнительные)	1 функций
Вредные	25 функций

***Причинно – следственный анализ***

Целью анализа является выявление корневых нежелательных эффектов и ключевых задач по их устранению. Обобщение ключевых задач позволяет выявить направления совершенствования объекта исследования.

Методологической основой данного вида анализа является построение графа причинно-следственных связей (цепочки причинно-следственных связей).

Цепочки нежелательных эффектов строятся в соответствии с целями и приоритетами проекта. Это необходимо для оценки значимости ключевых задач и последующего их ранжирования. Нежелательные эффекты связаны друг с другом причинно-следственным образом - один недостаток влечет за собой другой. Очевидно, что нужно стремиться устранить ключевой нежелательный эффект, стоящий в самом начале цепочки - тогда остальные исчезнут сами, без дополнительных усилий.

Список вредных функций элементов влияющих на загрязнение

- Двигатель: - создать шум и вибрации;  
- создать вредные выбросы;  
- выделить тепло;

Вредной функцией - создать шум и вибрацию и выделить тепло можно пренебречь вследствие того, что они не отражают тему исследования

Остальные элементы имеют несущественное значение с точки зрения решаемой проблемы. Исследуем причины возникновения вредных функций, построив причинно-следственные цепочки.

Двигатель – создает вредные выбросы в окружающую среду, почему? Потому, что при сгорании топлива при различных режимах работы двигателя топливо не полностью окисляется кислородом воздуха. Почему топливо не полностью окисляется кислородом воздуха? Потому, что в воздухе содержится всего 21% кислорода, а остальные газы не вступают в реакцию окисления и в зависимости от нагрузки на коленчатом валу (число оборотов и крутящий момент) изменяется соотношение подаваемого топлива в камеру сгорания и воздуха. Корневая задача: **Как сделать так, чтоб все молекулы топлива при любых режимах нагружения двигателя всегда полностью окислялись кислородом воздуха?**

При проведении анализа причинно-следственных цепочек нежелательных эффектов были определены ключевые проблемы, лежащие в основании всех недостатков процесса загрязнения окружающей среды АТС. Только решение этих проблем позволит повысить эффективность рабочего процесса автомобиля

Необходимо решить корневую задачу: **Как сделать так, чтоб все молекулы топлива при любых режимах нагружения двигателя всегда полностью окислялись кислородом воздуха?**

Источником целевого, нежелательного эффекта является - невозможность в замкнутом пространстве камеры сгорания обеспечить наилучшее соотношение молекул топлива с молекулами кислорода воздуха при различных режимах нагружения двигателя.

Выше перечисленный источник является ключевым и имеют непосредственное отношение к рабочему процессу перемещения автомобиля по городу.

Совершенствование существующей конструкции автомобиля без устранения ключевого источника нежелательных эффектов не позволит устранить целевые, нежелательные эффекты.

Результаты анализа нежелательных эффектов и направления их устранения даны в таблице 10.

Таблица 10.

Результаты анализа нежелательных эффектов и направления их устранения

Целевой нежелательный эффект	Направления решения	Корневой источник ЦНЭ
<b>Как сделать так, чтоб все молекулы топлива при любых режимах нагружения двигателя всегда полностью окислялись кислородом воздуха?</b>	Создать постоянные условия горения топлива в камере сгорания назависимо от режима нагружения двигателя	Невозможность в замкнутом пространстве камеры сгорания обеспечить наилучшее соотношение малекул топлива с малекулами кислорода воздуха при различных режимах нагружения двигателя

Анализ выявленных с помощью корневых задач нежелательных эффектов позволил выявить направление совершенствования рабочего процесс двигателя: **Как создать постоянные, наилучшие условия горения топлива в камере сгорания назависимо от режима нагружения двигателя?**

В приложении 6 показан анализ ресурсов решения выявленной задачи. На основании найденного решения разработана концепция совершенствования двигателя автомобиля с использованием более сильного окислителя. В качестве последнего был выбран озон, котоый может быть получен в самом автомобиле с помощью имеющегося у него ресурса - электической энергии непосредственно из воздуха.

«Способ и повышения эффективности сжигания топлива в ДВС с применением воздуха, обогащенного озоном»

Аннотация:

Предлагается повысить эффективность сгорания бензинового топлива в камере сгорания ДВС за счет обогащения подаваемой в камеру сгорания

топливной смеси молекулами озона, получаемого непосредственно в зоне впускного коллектора за счет установки газоразрядной лампы, излучающей ультрафиолетовый спектр коронного разряда.

Последовательность разработки концепции

Исходная проблема:

В современной конструкции ДВС, использующей в качестве горючего топлива высокооктановые сорта бензина в процессе окисления которого, не все молекулы бензина полностью окисляются и превращаются в безвредный углекислый газ и водяные пары. Поэтому в состав выхлопных газов поступает высокотоксичный оксид углерода - угарный газ. Известны способы снижения процентного содержания угарного газа в выхлопных газах ДВС за счет дожигания несгоревших продуктов топлива (окисления оксида углерода до диоксида углерода). Так в зарубежной практике широко используются катализаторы, устанавливаемые в выхлопном тракте ДВС, содержащие соединения платины, или ванадия. За счет пропускания выхлопных газов через активную поверхность катализатора оксид углерода дожигается и превращается в двуокись углерода. Однако, эффективность применения дорогостоящего катализатора со временем эксплуатации снижается, вследствие осаждения на его активной поверхности твердых частиц несгоревшего топлива: углерода - С, серы - S, фосфора - P, минеральных солей соединений кальция - Ca, магния - Mg и др. На активность катализатора также влияет степень изношенности ДВС (попадание моторного масла в выхлопной коллектор), режим нагружений двигателя, качество топливной смеси и чистота очистки бензина от соединений серы и фосфора. Все это приводит к необходимости периодической замены активной массы катализатора, повышает эксплуатационные затраты автомобиля в целом. К тому же, отработавший свой срок катализатор представляет собой набор экологически вредных для природы сконцентрированных веществ, требующих специальной переработки и утилизации. Вторым направлением повышения



экологичности ДВС является совершенствование самой его конструкции. Это направление наиболее перспективно, так как позволяет бороться не со следствием, а с самой причиной. Здесь следует отметить, что классическая конструкция ДВС со времен Даймлера и Бенца, не претерпела радикальных изменений. Основные конструктивные элементы: кривошипно-шатунный механизм, механизм газораспределения, механизмы топливной и выпускной систем, системы смазки и охлаждения функционально и конструктивно остались практически без изменения. Изменялись их геометрические, энергетические параметры, а так же материалы и свойства эксплуатационных, расходуемых материалов. Главный замысел конструкторов, направленный на повышение экологичности ДВС сводится к созданию таких условий горения топлива в камере сгорания, при которых все молекулы топливной смеси окислились полностью отдав накопленную тепловую энергию расширяющимся газам в момент рабочего хода поршня. Так как время горения (частота вращения коленчатого вала) и нагрузка на коленчатом валу (реактивный момент) величина переменная, то и условия горения не являются стационарными, а следовательно, практически становится невозможно выдержать наилучший режим соотношения молекул топлива и воздуха в единице объема камеры сгорания в момент воспламенения смеси, расширения горючих газов и в конце рабочего хода поршня. Все это делает процесс полного сгорания топливной смеси практически невозможным. Для решения этой проблемы стали решать множество оптимизационных задач. Так в частности, пошли по направлению тщательной гомогенизации топливной смеси и дозированной подачи топлива и воздуха в смесительные устройства (совершенствование карбюраторов, переход на двухкамерные и многокамерные, включение электронных устройств дозирования подачи топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, применение прямого впрыска непосредственно в каждый цилиндр и т.д.) для создания наилучших условий ее полного сгорания. Другим интересным решением является создание

устройств смещения фаз газораспределения при изменении частоты вращения коленчатого вала (конструкция современных двигателей типа VV-I). Такое решение позволяет изменить время наполнения рабочего объема цилиндра и выпуска отработанных газов смещая эти фазы в зоне высоких оборотов двигателя. Имеется целый ряд конструктивных решений по повышению эффективности сгорания топлива за счет создания вихревого движения фронта горения. Для этого камере сгорания придают особую форму, в результате процесс горения распространяется в объеме камеры сгорания с большей скоростью, чем при последовательном, фронтальном горении. Этому процессу так же способствует совершенствование системы зажигания. Широко применяются системы многоразового разряда в свечах зажигания, что способствует более эффективному воспламенению топливной смеси. В некоторых конструкциях ДВС для обеспечения более полного сжигания смеси используется не одна, а две свечи. Применяют специальные материалы электродов свеч, позволяющих стабилизировать характеристики искрового разряда при различных величинах давления в камере сгорания. Электронные усилители напряжения разряда изменяют мощность искрового разряда в зависимости от давления сжимаемой смеси, степени компрессии, величины нагара на электродах и т.д.

Все выше перечисленные направления не решают в полной мере проблему загрязнения окружающей среды выбросами оксида углерода, поэтому, поиски эффективных способов полного сжигания углеводородного топлива в ДВС - своевременная и актуальная проблема.

Последовательность разработки концепции предложена в таблице 11.

Таблица 11.

Шаги концепции

Содержание шага	Результат шага
Формулировка ключевых задач	Как сделать так, чтоб при сохранении существующей конструкции ДВС, работающем на бензине, обеспечить всегда полное сгорание топливной смеси независимо от режима нагружения

	двигателя и скорости вращения коленчатого вала и не используя каталитические дожигатели выхлопных газов?
Решение ключевых задач	Предлагается в камеру сгорания ДВС подавать вначале такта сжатия чистый воздух, насыщенный озоном, а в верхней точке в смесь воздуха и озона впрыскивать форсунками распыленный бензин. Для создания озона в воздушный коллектор всасывающего трубопровода предлагается установить газоразрядный ионизатор, который будет непрерывно насыщать воздух молекулами озона, который в камере сгорания распадется на активный атомарный кислород, перемешанный с парами воздуха и бензина.
Обоснование идей	<p>В науке известен эффект полного сгорания органического топлива при использовании сильных окислителей. Известно, что обычный воздух содержит всего 21% кислорода, а остальные газы - азот - 74%, остальные газы - углекислый газ и др, которые не участвуют в процессе горения топлива. Наличие такого большого количества инертной для процесса горения среды, в значительной степени снижают эффективность окисления всех молекул топлива. Если использовать чистый кислород, то эффективность процесса существенно возрастет. Но применение чистого кислорода в ДВС может привести к взрыву топливной смеси, детонации и выходу двигателя из строя. Известно, что более сильным окислителем, чем чистый кислород является атомарный кислород, который может быть получен из кислорода воздуха путем ионизации его с помощью искрового или коронного разряда, работающим в ультрафиолетовом диапазоне электромагнитных волн.</p> <p>Известны промышленные излучатели-озонаторы, которые применяются для обезвреживания (окисления) органических биологических объектов (бактерии, микроорганизмы, грибы). Известно, что атомарный кислород ускоряет скорость окисления в зависимости от его процентного содержания в воздухе в 5-100 раз. Известны примеры-аналоги из природы, когда очистка воздуха и его обеззараживание наиболее эффективно происходит во время и после грозы, когда</p>

	<p>она сопровождается интенсивными молниями (электрическими разрядами). Известен природный эффект обесцвечивания органических красителей (окисление) на солнце при длительном воздействии на красители ультрафиолетового излучения. Известно, что время существования озона, как неустойчивого химического соединения крайне невелико. В среднем оно составляет от 0,1 до 1,5 сек.</p>
--	--

Описание сущности концепции:

Устройство состоит: газоразрядного генератора озона 1, источника высокого напряжения 2, процессорного блока управления мощностью генератора озона 3, встраиваемого патрубка впускного коллектора 4 ДВС, камеры сгорания 5 ДВС, форсунки впрыска бензина 6, свечи зажигания 7. Общая схема устройства приведена в приложении 8.

Система работает следующим образом. Перед запуском ДВС от источника высокого напряжения 2 через процессорный блок 3 подается высокое напряжение на генератор озона 1. В результате часть кислорода в воздухе впускного коллектора 4 превращается в озон, который через впускной клапан камеры сгорания 5 попадает в рабочий объем цилиндра ДВС. При движении поршня в верхнюю мертвую точку воздух сжимается и насыщается атомарным кислородом. За 5-7 градусов до ВМТ форсунка бензина 6 впрыскивает распыленный бензин в камеру сгорания и с помощью свечи зажигания 7 происходит воспламенение паров бензина и атомарного кислорода. В результате возросшей окислительной способности топливной смеси, последняя, сгорает полностью, что позволяет снизить до предельного минимума содержание оксида углерода в отработанных газах. При изменении чисел оборотов ДВС процессорный блок управления 3 изменяет мощность выработки озона генератором озона 1. Что позволяет при любом режиме работы двигателя поддерживать оптимальное процентное соотношения воздуха и озона в камере сгорания. За счет расположения генератора озона 1 в непосредственной близости от камеры

сгорания удастся избежать преждевременного разрушения озона в самом впускном патрубке коллектора 4.

Достоинства предлагаемой концепции:

1. Возможность без значительного изменения конструкции ДВС добиться минимизации выброса оксида углерода в атмосферу.
2. Возможность отказаться от дорогостоящих и экологически загрязняющих природу катализаторов;
3. Возможность добиться снижения вредных выбросов без существенного изменения и удорожания конструкции ДВС;
4. Возможность управлять процессом окисления топлива в камере сгорания в зависимости от режима нагрузки ДВС;

Для обоснования работоспособности и эффективности предложенной концепции сошлемся на результаты экспериментальных исследований, полученных в работе [Н.К.Полуянович, А.Н.Притула «Проектирование адаптивного устройства озонирования устройства топливоподдачи двс», Сборник научных трудов 2 международной конференции молодых ученых, 2010 г., Томск], проведенных для ВАЗ 2107 с объемом двигателя 1,5л.

Так было установлено, что при одном и том же количестве сжигаемого бензина, равного 0,0638 г потребовалось кислорода - 0,1568л, а озона - 0,1048. Как видно из расчетных значений потребленного кислорода и озона, последнего на 25-30% меньше. Следовательно, количество озона в камере сгорания на такую же величину больше, чем кислорода воздуха. Расчетные данные подтверждаются экспериментальными исследованиями. Так установлено, что на холостом ходу при 800 об двигателя без подачи озона количество СО составило 6,4%, а значение СН - 335ppm, при работе с подачей озона значение СО составило 4.48%, а СН - 235 ppm. Расхождение расчетных и экспериментальных данных не превышает - 5%. Таким образом можно утверждать, что обогащение озоном воздушной смеси в двс позволит снизить таксичные выбросы в отработанных газах в среднем от 25 до 30%.

Определим, каким образом повлияет оснащением автотранспорта в г.Красноярске озонаторами на снижение годового выброса CO.

Общее количество автотанспорта в г. Красноярске 650 000 ед, из них легковых – 427 800 ед. При среднем годовом выбросе одного автомобиля – 820 кг CO, то общее количество выбоса всех автомобилей Красноярска составит  $650\ 000 \times 0,82 = 533\ 000$  т. Если учесть, что озонирование снижает количество CO на 30%, то доля снижения выбросов CO при использовании озона составит – 159 900 т. Суммарное снижение годового выбоса всего автомобильного транспорта составит  $533\ 000 - 159\ 900 = 373\ 100$  т.

Для легкового транспорта. Общее количество выбоса CO  $427\ 800 \times 0,82 = 350\ 796$  т. Доля снижения – 105 238,8 т Сумманое снижение годового выбоса от легковых автомобилей составит  $350\ 796 - 105\ 238,8 = 245\ 557,2$  т

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования в проекте были получены следующие результаты:

1. Одним из основных источников негативного воздействия на атмосферный воздух населенных пунктов является автотранспорт. По оценкам специалистов прирост автомобилей в нашей стране в среднем составляет 8-10% в год, а общий парк составляет свыше 35 млн. легковых, 4,5 млн. грузовых более 900 тыс. автобусов. Из них, свыше 70% автомобилей оснащены бензиновыми двигателями. Однако, доля дизельных двигателей в общем парке отечественных автомобилей за последние 10 лет существенно возросла и составляет примерно 37%.

2. Проблема загрязнения автотранспортом атмосферы г. Красноярска относится к приоритетным при решении задач по оздоровлению окружающей среды города и требует безотлагательного и планомерного решения.

3. Для оценки выбросов в г. Красноярске возможно использовать стандартную методику. Однако, стандартная методика не учитывает уровень развития и современные тенденции совершенствования АТС и по сути узаканивает существующее положение дел.

4. Оценена суммарная загрязненность воздушной атмосферы ряда улиц и вклад в нее оксидов углерода, ее изменчивость при разном удалении от полотна дороги, в «пробках», на автобусных остановках. Отмечаются улицы с высокой, средней и низкой загрязненностью воздуха, уровень которой различается в 30-40 раз, что несколько ниже их загруженности (в 40-60 раз) автотранспортом.

5. Установлено, что в г. Красноярске соотношение численности автобусов:грузовых машин:легковых автомобилей составляет 1:4:33 с превалированием (87,5 %) индивидуальных автотранспортных средств. Оно существенно отличается от распределения массы их выбросов: соответственно 1:2:1.

6. Рассчитан экономический ущерб загрязнения воздушной среды компонентами и выбросами автотранспорта в целом. Более 60 % от суммы приходится на оксиды азота, хотя в выбросах они составляют менее 6 % массы. Пятая часть стоимости определяется производными свинца, составляющими 0,01 % массы выбросов. Действие преобладающего из компонентов (СО - 84 %) оценивается в 10 %. Доля платы за выбросы двух остальных (СН<sub>2</sub> и 802) составляет около 7 %. Ревизия нормативов и отсутствие платы за выбросы индивидуального транспорта указывает на наличие резервов для создания бюджетного фонда, предназначенного для природоохранных целей.

7. Изучены временные динамики загрязнения воздушной среды городских магистралей, прежде всего оксидом углерода. В суточной динамике для большинства улиц отмечаются максимумы в утреннее, полуденное и вечернее время и резкое (в 2-3 раза) снижение ночью. На центральных магистралях в светлое время суток оно является близким. Сезонная динамика характеризуется максимумом в летний период, незначительным (на 5-7 %) снижением весной и минимумом (на 30 % меньше летнего) зимой. В многолетней динамике наблюдается постоянный рост загрязнения воздушной среды уличного пространства от 5-7 до 15-19 % ежегодно, что существенно выше по сравнению с увеличением численности автотранспорта (2-3 %).

8. Рассмотрена ретроспектива и предложены рекомендации по снижению загрязнения воздушной среды г. Красноярска автотранспортными средствами. Улучшение достигается при комплексном решении проблемы.

Составными частями подхода, тесно связанными с социально-экономическим развитием города, является четкая организация и финансирование муниципального мониторинга, базирующегося на действенных экономико-правовых отношениях.

9. Установлено, что существующие методики оценки выбросов вредных веществ АТС в населенных пунктах направлены на мониторинг



состояния атмосферы, но не решают проблемы в целом. Поэтому необходимо на системном уровне исследовать системную модель «автомобиль-город» и выявить корневые задачи совершенствования АТС и устранения основных источников загрязнения воздушной атмосферы города выбросами АТС.

10. К наиболее важным тенденциям мирового автомобилестроения в начале XXI века можно отнести особое внимание к улучшению экологических и экономических показателей ДВС (каталитические нейтрализаторы и дизели нового поколения, новые типы топлив, включая биотопливо), создание гибридных систем (ДВС+электромотор+аккумулятор), повышению уровня безопасности (см. выше), улучшению ходовых качеств (полный привод, электронные системы помощи вождению), «интеллектуализации» автомобиля в целом.

11. Был произведен анализ альтернативных систем, в качестве которой был выбран электротранспорт. Было установлено:

- Достоинства и недостатки альтернативных систем взаимно противоположны;
- Существует реальная возможность объединения автотранспорта с электротранспортом;
- Объединение альтернативных систем позволит суммировать достоинства двух вариантов и одновременно исключить их недостатки, например – перехода к гибридным энергоустановкам по схеме ДВС – генератор – накопитель – электродвигатель. В этом случае, становится возможным реализовать все преимущества электропривода в условиях города (высокий к.п.д., отсутствие прогрева перед началом движения, отсутствие сложной трансмиссии, возможность автономной подзарядки аккумуляторов, отсутствие токсичных выбросов в условиях города независимо от режима движения автотранспорта, низкий шум, возможность рекуперации энергии и т.д.).

12. Поиск информации в ведущих областях науки и техники позволил выявить ряд аналогов используемые в них технических и технологических решений, в которых имеются похожие проблемы и накоплен опыт их полного или частичного решения. К их числу, в частности, относятся:

- Применение более совершенных материалов (металлоконструкции из пластиков и композитов с целью уменьшения массы транспортных средств при сохранении их прочности, более качественного топлива с повышенной энергоотдачей);

- совершенствование конструкции ДВС путем улучшения параметров сгорания топлива на различных режимах работы;

- минимизации потерь в трансмиссии и ходовых устройствах (шины);

- Снижение аэродинамических потерь из-за сопротивления воздуха путем изменения формы корпусов и минимизации площади лобовой поверхности автомобилей;

- Минимизации времени прогрева в зимнее время и полного исключения его за счет перехода к альтернативным транспортным системам (электротранспорту);

- Использование расширенного применения общественного транспорта в городе (преимущественно – электротранспорта);

- Расширение распространения гибридных автомобилей при эксплуатации в городской местности;

Оптимизация траекторий движения городского транспорта с целью минимизации переходных режимов движения (разгон, остановка, торможения).

13. Компонентно-структурный анализ системной модели «автомобиль-город» позволил выявить 5 подсистемных элементов и 7 надсистемных. Общее количество взаимодействий – 51;

Количество нежелательных эффектов – 20:

Из функционального анализа можно сделать вывод:

Имеется значительное количество вредных функций - 25. Это говорит о том, что существующая система автомобиль-дорога в городе крайне несовершенна;

Имеются элементы, обладающие значительным количеством вредных функций: выхлопные газы - 4; колеса автомобиля - 3, двигатель - 3, трансмиссия - 2

Значительная доля операций предполагает привлечение к процессу человека (водителя) осуществляющего управление операциями движения автомобиля.

При проведении анализа причинно-следственных цепочек нежелательных эффектов были определены ключевые проблемы, лежащие в основании всех недостатков процесса загрязнения окружающей среды АТС. Была выявлена конечная задача:

Как сделать так, чтоб все молекулы топлива при любых режимах нагружения двигателя всегда полностью окислялись кислородом воздуха?

Анализ выявленных с помощью корневых задач нежелательных эффектов позволил выявить направления совершенствования рабочего процесса автомобиля. Полный список направлений совершенствования

Устранение источников нежелательных эффектов возможно с использованием ресурсов системы, подсистемы и надсистемы;

Сформулированы 2 направления решения ключевой задачи:

Направление 1: повышение эффективности сгорания топлива в ДВС (на уровне 1 шаг от ИКР).

Направление 2: Совершенствование процессов горение топлива в ДВС (1 шаг от ИКР). Направление достигается путем использования ресурсного вещества воздуха, обогащенного более сильным окислителем, чем кислород - озона. Применение озона интенсифицирует процесс сгорания топлива в ДВС и делает его более полным. На этом уровне целесообразен рецикл выхлопных газов с последующим его дожиганием в камерах сгорания ДВС.

На шаге ИКР совершенствование возможно за счет полного отказа от ДВС и заменой его на электропривод с выработкой электроэнергии за счет альтернативных источников, внешних источников и рекуперации энергии от сил инерции. Все три направления перспективны и требуют поиска концептуальных решений.

На концептуальном этапе предложено техническое решение на уровне 1 шага от ИКР, в котором предлагается устанавливать генератор озона во впускном коллекторе ДВС, обеспечивающий более интенсивный режим окисления топлива в камере сгорания при любых режимах нагружения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В. Окружающая среда и оценка риска для здоровья человека. М.: Мир, 1996.
2. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа - Человек - Техника: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
3. Алексеенко В.А., Алексеенко Л.П. Биосфера и жизнедеятельность. — М.: Логос, 2002.
4. Алекперова А.К., Круглова Н.Д. Автотранспорт как проблема крупных городов. Казань, 2000.
5. Афоничев Д.Н., Губанов М.Н., Папонов Н.Н. Математические модели эмиссии углерода для оценки воздействия автомобильных дорог на окружающую среду. Воронеж: ВГЛТА, 2001. - № 6.
6. Ахметов Л., Ерохов В., Багдасаров А. Экологические аспекты автотранспорта. Ташкент: Мехнат, 1988.
7. Большаков А.М., Осипова В.Н., Филимонова О.Ю. Гигиеническая оценка результатов программы «Чистый воздух» // Гигиена и санитария. — 2002.- № 3. .
8. Васильев В.А., Кузнецов Е.С. Состояние производственной инфраструктуры автотранспортного комплекса и его влияние на экологическую безопасность региона // Автотранспортный комплекс и экологическая безопасность. 1999. - Т.6.
9. Воробьев А.Е., Сарбаев В.И., Шилкова О.С. Автомобиль дорога - окружающая среда. - М.: МГИУ, 2001.
10. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенопроизводные углеводородов / ред. В.А.Филатов. Л.: ЛГУ, 1990.
11. Вукан Р.В. Транспорт в городах, удобных для жизни. М., 2011.
12. Георгиев В.Н. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом. СПб., 2002.
13. Голубев Г.Н. Геоэкология. Учебник для студентов высших учебных заведений. -М.: Изд-во ГЕОС, 1999.

14. Губонина З.И., Владимиров С.Н. Автомобильный транспорт и состояние здоровья населения Москвы // Безопасность жизнедеятельности. — 2001. - № 7.
15. Данилов О.Ф., Санник А.О. К вопросу об экологическом контроле окружающей среды на автомобильном транспорте // Проблемы эксплуатации транспортных средств в суровых условиях. Тюмень, 2002.
16. Дьяков М.В., Двинских С.А. Роль автотранспорта в загрязнении окружающей среды // Стратегические направления снижения нагрузки от автотранспорта: экология, здоровье, градостроительство, экономика. Мат. междунар. конф. Оксфорд-Пермь, 2003.
17. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (Россия). С-Пб.: НИИ Атмосфера, 2000.
18. ЕЭК ООН: Мероприятия по транспорту. UN/ECE: Action on transport // Environ. Policy and Law. 1998. - V. 28. - № 1. - P.29
19. Жегалин О.И., Луначев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. - М.: Транспорт, 1985. 120.
20. Журавлев В.М., Лобанов А.И., Кулагин В.А. Концепция программы экологического оздоровления окружающей среды г. Красноярска // Вестник Ассоциации выпускников КГТУ. Красноярск: КГТУ, 1999. - Вып.2.
21. Журавлев В.М., Лобанов А.И., Радзюк А.Ю. Решение проблемы загрязнения воздушного бассейна крупных городов движущимся автотранспортом // Проблемы экологии и развития городов. — Красноярск: КГТУ, 2000.
22. Законное В. Не строй у дороги // АВЭ-инфо. 1999. - № 12.
23. Заманская И.Ш., Гар К.А. Влияние автотранспорта на экологическое состояние городской среды и человека. — Л.: Гидрометеиздат, 1996.

- 24.Званцев В.А., Лобанов А.И., Степень Р.А. Динамика загрязнения природной среды Красноярского края, мероприятия по его снижению и последствия. - Красноярск: КНИИГиМС, 2002.
- 25.Званцев В.А., Лобанов А.И., Степень Р.А. Экология и здоровье населения.- Красноярск: СибГТУ, 2002.
- 26.Зенцов В.Н. Транспортная система городов// Безопасность и экология Санкт-Петербурга. С-Пб., 1999.
- 27.Иванов В.Н., Сторчевус В.К. Экология и автомобилизация. — М.: Транспорт, 1989.
- 28.Информационно-справочные материалы по курсу «Воздействие транспортного комплекса на окружающую среду». М.: Ин-т повышения квалификации и переподготовки кадров МАДИ(ТУ), 1999.
- 29.Исмагилов М.И., Ишмаков Р.М., Ишмаков В.Р. Автомобиль и экология.- Уфа: УГНТУ, 2000.
- 30.Канило П.М., Подгорный А.Н., Христик В.А. Энергетические и экологические характеристики ГТД при использовании углеводородных топлив и водорода Киев: Наук, думка, 1987.
- 31.Криницкий Е. Вклад автомобилей в московскую экологию // Автомобильный транспорт. — 1996. № 9-10.
- 32.Леонтьевская М.А. Оценка воздействия бензинового автотранспорта на окружающую среду // Научные химические технологии. — Уфа, 2002.
- 33.Лобанов А.И., Пчелина И. А. Экологические проблемы городов Красноярского края. — Красноярск: Буква, 2002.
- 34.Лобанов А.И., Степень Р.А. Воздействие автотранспортного комплекса на природную среду Красноярья. Красноярск: КНИИГиМС, 2003.
- 35.Ложкин В.Н. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом // Справочно-методическое пособие. С-Пб., 2001.
- 36.Луканин В.Н., Буслаев А.П., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда-2. М.: Инфра-М, 2001.

37. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. -М.: Высш.шк., 2001.
38. Мартынов А.Г. Перевозками грузов надо управлять // Автотранспортный комплекс и экологическая безопасность. 1999. - Т.6.
39. Методика определения выбросов автотранспорта для определения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. С-Пб., 1999.
40. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). М.: НИИАТ, 1998.
41. Мовчан В.П., Артемов Н.И. Современные методы организации дорожного движения. Пермь: ПГТУ, 2000.
42. Могилевкин И. Мировой транспорт: время перемен // МЭ и МО/ 1999. - № 8.
43. Немчинов Д.М. Экологические аспекты проектирования автомобильных дорог // Решение экологических проблем в автотранспортном комплексе. -М., 2001.
44. Обзорная информация // Экологическая экспертиза. 1999. - № 4.
45. Окружающая среда крупного города / ред. С.Т.Варенин. Л.: Наука, 1988.
46. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
47. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2001 году. Государственный доклад. М.: Госцентр, экол. программ, 2002.
48. Перекалов В.С. Эксплуатация автомобильных двигателей в городском цикле движения // Новые топлива с присадками. С-Пб., 2000.
49. Петрухин В.А., Важенский В.А., Донченко В.В. Загрязнение городской атмосферы автотранспортом и экологический риск здоровью



- населения: методология и опыт оценок // Транспорт: наука, техника, управление. — 1996.- № 9.
50. Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. — М., 2002.
51. Семенова О.С. Влияние автотранспорта на экологию Москвы // Биосферосовместимые и средозащитные технологии при взаимодействии человека с окружающей средой. — Пенза, 2002.
52. Сигал И.А. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. — Л.: Недра, 1978.
53. Силуков Ю.Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах.- Екатеринбург: УГЛТА, 2000.
54. Смагина И.Н. Отработавшие газы автомобилей и их воздействие на окружающую среду // Транспорт: наука, техника, управление. —1998. № 10.
55. Старокожева Е.А. Исследование условий формирования пылевых выбросов от автомобильного транспорта на улицах промышленного города// Вести Оренбургского государственного университета. — Оренбург, 2002.- № 3.
56. Старокожева Е.А., Чекмарева О.В. Управление качеством атмосферы на улицах промышленного города // Проблемы экологии на пути к устойчивому развитию регионов. Вологда, 2001.
57. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
58. Сыдилов И.С. Прогнозирование выбросов вредных веществ в зависимости от дорожных условий // Транспорт: наука, техника, управление. — 1998. № 7.
59. Сюй Вэньин. Выбросы автотранспорта и транспортный шум как фактор риска для здоровья населения мегаполисов — М.: РХТУ, 1999.
60. Уджуху С.Р. Влияние автодорог на лесные экосистемы // Биология, лесное хозяйство, экология. — Майкоп, 2001.

- 61.Файзулин Р.Ш., Кабанов В.А., Логинов Н.П. Способ измерения давления насыщенных паров топлив и устройство для его осуществления // Энергосбережение в Поволжье. 2000. № 1.
- 62.Федеральная целевая программа «Снижение негативного воздействия выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта на окружающую среду». — М.: Минтранс РФ, 2001.
- 63.Цвелев Г. Все о дизельном топливе // АВС-авто. 1999. - № 12.
- 64.Чеботарев А.А. Гармонизация развития транспортного комплекса, окружающей среды и человека // Транспорт: наука, техника, управление.- 1997.-№7.
- 65.Черепанов Б.В. Транспорт и планировка городов. М.: Стройиздат, 1981.
- 66.Чудайкина О. Основной загрязнитель — транспорт // Энергетика региона.- 1998.-№2.
- 67.Шегалов И.П. Системный подход к проблеме сравнения экологических ущербов воздушным и водным средам от транспортных тепловых двигателей // Двигателестроение. -1983. № 10.
- 68.Шрингер А. Автотранспортное загрязнение атмосферы центрального района города Новокузнецка. Новокузнецк, 2001.
- 69.Юрченко Н. Чем больше мы ездим, тем хуже мы дышим // Автотранспорт.- 1995.-№4.
- 70.Ясенков Е.П. Элементы автотранспортного комплекса и их воздействие на окружающую среду // "Автомобильная промышленность", 2007 год, № 8