

Причины загрязнения атмосферного воздуха от автотранспорта

Современное состояние атмосферного воздуха представляет большую угрозу здоровью населения Санкт-Петербурга. Наибольший вклад (84%) в загрязнение воздуха на сегодняшний день вносят передвижные источники загрязнения – автотранспорт.

Под выбросами автотранспорта подразумеваются отработавшие газы (выхлопные газы) — это продукты окисления и неполного сгорания углеводородного топлива. Выбросы отработавших газов (ОГ) — основная причина превышения допустимых концентраций токсичных веществ и канцерогенов.

Один легковой автомобиль в среднем поглощает ежегодно из атмосферы больше 4 тонн кислорода, выбрасывая с ОГ примерно 800 кг оксида углерода, около 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. При дальнейшем окислении углеводороды образуют токсичные кислородсодержащие соединения.

На масштаб и степень токсичности загрязнения воздуха от выбросов автотранспорта могут влиять 4 составляющие:

- Техническое состояние автомобилей
- Качество применяемого топлива
- Развитие транспортной инфраструктуры и организация дорожного движения
- Использование альтернативных видов транспорта/топлива

Примечание: большое значение в области компенсации загрязнения от автотранспорта имеет площадь зеленых насаждений в городе. Однако цель работы заключается в продумывании рекомендаций по предотвращению загрязнения органами власти, а не его компенсирования. Подразумевая значимость сохранения и увеличения площади зеленых насаждений в городе, ниже лишь отметим основные тенденции в развитии этого направления.

1. Техническое состояние автомобилей.

Здесь следует рассмотреть 3 составляющие: двигатель, его настройки по «экологичным» и экономичным показателям, системы снижения токсичности и технические неисправности автотранспортного средства.

1.1. Двигатель, его настройки по «экологичным» и экономичным показателям

Самое перспективное и эффективное направление стратегической экологической политики – это двигатели. Именно поэтому в Европе и Америке уже в 90-х стремительно ужесточались нормы к двигателям и топливам. Под токсичностью двигателя внутреннего сгорания (далее - двигателя) понимается негативное воздействие, оказываемое на окружающую среду вредными веществами, содержащимися в ОГ.

Способ реализации рабочего процесса двигателя обуславливает характер развития процессов в камере сгорания двигателя и соответственно образования вредных веществ. Причем многообразие способов реализации рабочего процесса дает возможность выбора путей улучшения экологических показателей этих процессов.

Рассматривая экологические показатели двигателей, безусловно, следует различать Двигатели дизельные и бензиновые.

Нормы Евро-1-5 - это нормы к двигателям и топливу одновременно. Не обеспечив экологическое качество двигателя, невозможно обеспечить соответствие нормам выброса даже при потреблении топлива соответствующего качества.

Так, в Таблице 5 показана европейская динамика развития стандартизации и ужесточения показателей в области выбросов от дизельных двигателей.

Таблица 1

Предельно допустимые выбросы грузовых автомобилей с дизельными двигателями.

Норма	Год введения, Европа	CO, г/км	C _m H _n , г/км	NO _x , г/км	Твердые частицы, г/км
Евро-1	1993	4,5	1,1	8,0	0,36
Евро-2	1996	4,0	1,1	7,0	0,15
Евро-3	2000	2,1	0,66	5,0	0,10
Евро-4	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
Евро-5	2009	1,5	0,25	2,0	0,02

В таблице отражена периодичность введения норм Евро, уровни допустимых выбросов приведены по дизельным двигателям грузовых машин.

Если смотреть общую тенденцию введения норм Евро, то мы существенно отстаем от нее. Так, на Евро-2 мы перешли с 2006 года, на Евро-3 пытаемся

перейти с Евро-4 в планах с 2011 года. Видно, что мы пытаемся сократить существующее отставание в 10 лет.

Сегодня уже на некоторых российских заводах есть обеспокоенность данным вопросом. Так, на АвтоВАЗе была разработана собственная, адаптированная к нашим реалиям, методика определения экологических параметров. Само наличие такого подразделения на заводе дает надежду на то, что наша автотехника будет соответствовать экологическим требованиям мирового уровня, но это вопрос не столько времени, сколько экономической стратегии в масштабах страны.

Проведенное тестирование моделей АвтоВАЗа, предлагаемых на внутренний рынок, показало следующие результаты. Наилучшие экологические показатели у автомобилей серии "Калина", серия десятых моделей (ВАЗ–1118, 1119 и т. д.) – чуть хуже. Модели более старые, среди которых есть еще и карбюраторные, не соответствуют даже собственной методике АвтоВАЗа определения экологических параметров.

Сейчас мы наблюдаем технологический переход с Евро-2 на Евро-3. Технологически нормы для бензиновых двигателей отличаются не сильно. Так, например, по угарному газу показатели не различаются, по суммарному содержанию углеводородов и оксидов азота – 0,5 г. и 0,45 г. на километр соответственно. Для сравнения: Евро-4 – это 0,18 г., Евро-5 – 0,16 г.

Таким образом, намеченный переход в ближайшем будущем на Евро-4, а тем более на Евро-5 потребует серьезного технологического переоснащения. В Европе и Америке для снижения показателей выбросов автозаводы и их двигательные лаборатории тратят миллионы долларов ежегодно. Готовы ли мы к этому? Не было ли заявление о скором переходе на нормы Евро-4 основано на стремлении любой ценой не отставать от Европы, а не на конкретных расчетных показателях для отечественного автопрома? В ближайшие годы мы сможем получить ответ на этот вопрос.

Сегодня есть еще более актуальный вопрос. Ведь и введение норм Евро-3 с этого года не запрещает автомобилям, ввезенным до 2008 года, передвигаться по территории страны, а существующая система контроля не может обеспечить качественный контроль уровня отработавших газов ни отечественных, ни импортируемых поддержанных автомобилей.

1.2. Системы снижения токсичности отработавших газов.

Рассмотрим некоторые основные типы. Нейтрализаторы ОГ – устройства, в которых реализуется способность вредных веществ ОГ окисляться или восстанавливаться до безвредного диоксида углерода, воды и азота.

Нейтрализаторы выделяют трех типов:

- каталитические (могут совмещать функции окисления и восстановления),
- термические (основаны на ускорении окисления продуктов горения, нейтрализует оксид углерода, альдегиды, частицы сажи) и
- жидкостные (ОГ пропускают через слой жидкости, как правило, воды,

поглощаются сажа, бензапирен, окислы серы, формальдегид).

Как правило, применяют каталитические нейтрализаторы. Нейтрализация вредных веществ – качественный способ снижения токсичности. Этот способ имеет большое преимущество: он не требует вмешательства в конструкцию двигателя. И при этом никакого влияния на конструкцию и регулировки двигателя не происходит. Единственный показатель, требующий внимания – сопротивление потоку отработавших газов.

Фильтры твердых частиц. Нацелены на снижение содержания в ОГ дизелей частиц сажи, твердых сульфатов. Фильтры, как и катализаторы устанавливаются на пути выхода отработавших газов из камеры внутреннего сгорания.

Таким образом, существуют эффективные системы снижения токсичности для обоих типов двигателей. Посмотрим на практическое применение нейтрализаторов и фильтров сажи в России.

Сегодня и на подавляющее большинство отечественных и на импортные автомобили катализаторы устанавливаются еще при производстве.

Однако со временем, в том числе и из-за применения некачественного топлива нейтрализаторы выходят из строя, что приводит к превышению допустимых значений выбросов, причем это может сопровождаться сбоями в двигателе, снижением мощности, увеличением расхода бензина, что выяснится при прохождении техосмотра. Кстати, зачастую автовладелец только на этом этапе узнает о существовании такого устройства в его автомобиле.

Далее человек оказывается перед выбором: «вырезать» катализатор за 1-2 тыс. руб. или установить новый. В России представлен большой спектр различных систем снижения токсичности стоимостью от 5000 руб. Так, например, на модель АвтоВАЗа десятой серии установка катализатора обойдется в 7000-8000 руб., а на машину марки «мазда» – 35 000 - 45 000 руб. Выбор большинства автовладельцев очевиден.

Сегодня использование нейтрализаторов и фильтров зависит от личной ответственности водителя, а не от мер, принятых органами власти на каком-либо уровне. Итог: применение систем снижения токсичности происходит в массе своей только в первые несколько лет эксплуатации автомобиля.

1.3. Технические неисправности автотранспортного средства.

Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами необходим повседневный технический контроль состояния автомобилей. Низкий уровень технического обслуживания, отсутствие контроля приводят к расстройству систем автомобиля, а выбросы вредных веществ в атмосферный воздух возрастают. В результате усилия автомобильной промышленности по совершенствованию двигателей для обеспечения

требований экологических стандартов, высокое качество топлива, применение нейтрализаторов сводятся на нет. Поэтому сегодня особенно актуальной становится задача не только совершенствовать конструкцию автомобиля с точки зрения ограничения токсичности, но и повышать уровень технического обслуживания и совершенствовать контроль за их техническим состоянием.

Одна из основных проблем заключается в том, что региональные органы экологического контроля полномочны контролировать лишь состояние муниципального транспорта, автобусных парков. А ведь более 90% автомобильного парка находится в личной, частной и смешанной собственности. Это уже сфера федеральных полномочий, а именно органов Госавтоинспекции, у которых нет соответствующей приоритетной задачи оценки уровня выбросов автотранспорта.

2. Качество применяемого топлива.

Несмотря на введение новых норм к выпускаемым двигателям, постепенному переходу на Евро-3 и в ближайшем будущем на Евро-4, большинство специалистов говорит о том, что качество топлива остается прежним.

В Таблице 6 представлены соотношения выбросов от автотранспорта в России и Европе.

Таблица 2
Превышение в России выбросов легковыми автомобилями норм Евро-3 в 2006 году.

Тип двигателя	Превышение норм, количество раз			
	СО, г/км	С _m Н _n , г/км	NO _x , г/км	Твердые частицы, г/км
Бензиновые	8,27	13,6	12,4	-
Дизельные	5,17	11,2	18,3	3,6

Эти данные свидетельствуют о резком отставании России в решении проблемы повышения экологичности автомобилей. Так, например, по уровню содержания оксидов азота выбросы одной единицы автотранспорта в России в среднем в 12 (!) раз превышает нормы среднестатистического автомобиля в Европе.

С 2008 года в России вступил в силу технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту». Нормы в регламенте соответствуют высокому уровню, ярко выражено стремление соответствовать современным европейским показателям. Производство автомобильного бензина и дизельного топлива для автомобильной и иной техники разбито на классы: 2, 3, 4, 5. Новым

техрегламентом утверждается, что топливо класса 2 может производиться до 31 декабря 2008 г., топливо класса 3 - до 31 декабря 2009 г., топливо класса 4 - до 31 декабря 2012 г. т.е. с 2013 года мы должны выпускать топливо исключительно 5 класса, который по базовым показателям соответствует уровню Евро-5.

Так, например, в недалеком будущем мы навсегда должны будем отказаться от 76 бензина. Вместе с тем важно помнить, что, не обеспечив должное техническое состояние, мы не сможем соответствовать нормам выброса даже при потреблении топлива соответствующего качества.

В тоже время российская нефтеперерабатывающая промышленность не готова к столь быстрому переходу на производство топлив более высокого класса. Отсюда можно сделать вывод, что власти не вели политику планомерного повышения классности производимого топлива и сейчас в срок вдвое меньше, чем выделяли в свое время европейские правительства, пытается совершить этот переход. Однако на экспорт очень многие российские компании поставляют бензин, и даже отдельные компоненты для биотоплива (в частности, биоэтанол), соответствующие евростандартам. Нефтеперерабатывающие компании давно работают по двойным стандартам: на внутренний рынок и на внешний. Достижение новых стандартов внутреннего рынка зависит уже от принципиальной позиции властей. Для нефтепереработчиков – это вопрос вложений в быстрое перепроизводство линии для внутреннего рынка (касательно крупных компаний) и вопрос ухода с рынка (касательно малых операторов).

Примечание: в июле стало известно, что в ходе своего выступления в Совете Федерации заместитель министра финансов России Сергей Шаталов заявил об отсрочке введения новых технических регламентов по моторному топливу. По его словам, переход производства топлива на стандарты "Евро-3" невозможен с 1 января 2009 года из-за неготовности нефтеперерабатывающих заводов. Именно поэтому правительство и предложило отложить на два года введение жестких требований, которые бы унифицировали российские порядки с европейскими, в том числе и в таком важном пункте, как уровень выхлопов.

Стоит отметить, что против нововведений выступали региональные НПЗ, которые, в отличие от гигантов, неспособны производить качественное топливо. Недовольны и некоторые автопроизводители, для которых повышение стандартов связано с необходимостью улучшения качества продукции.

3. Развитие транспортной инфраструктуры и организация дорожного движения.

Даже при условии соответствия двигателей и топлива соответствующим стандартам, при интенсивном движении автомобилей уровни ПДК веществ в воздухе будут сильно превышены. Проблема упирается в высокую концентрацию автомобилей, на что влияет архитектурная планировка города, эффективность регулирования дорожного движения, наличие, адекватных уровню автомобилизации, дорожных развязок.

Во время стояния в пробках, в момент увеличения скорости на старте, а именно при передвижении небольшими участками, резко возрастает и доля углеводородов, и доля наиболее токсичного компонента – оксида азота. Именно в момент старта выделяется примерно в 10 раз больше несгоревших частиц, чем при работе двигателя в обычном режиме. В отработавших газах двигателя, работающего на качественном бензине и при нормальном режиме, содержится в среднем 2,7% оксида углерода. При снижении скорости, эта доля увеличивается до 3,9 %, а на малом ходу - до 6,9 %.

В Санкт-Петербурге ситуация располагает даже без результатов мониторинга признавать сильное превышение норм ПДК. Транспортные потоки на многих улицах и магистралях города в утренние и вечерние часы превышают пропускную способность в несколько раз. Через центральную часть города идут транзитные автомобили. В городе не хватает транспортных развязок. Это многократно способствует усилению загрязнения атмосферы продуктами неполного сгорания топлива. В связи с этим необходимо уделять повышенное внимание эффективности организации дорожного движения, с целью увеличения пропускной способности дорог, делать акцент на развитии комфортного и быстрого общественного транспорта, ограничивать в разумных пределах использование личного транспорта в наиболее проблемных зонах, в частности – в центре города.

4. Использование альтернативных видов транспорта/топлива.

Сейчас более всего обсуждается вопрос по использованию биотоплива, а именно биоэтанола для добавления в бензин и рапса для производства биодизеля. Здесь используются возобновляемые источники, такие, как зерновые культуры (пшеница, кукуруза, соя, подсолнечник и др.) и отходы лесоперерабатывающего комплекса (остатки лесозаготовки, низкокачественная древесина, опилки, стружка и т.д.). Причем интересно, что по эффективности этанол, произведенный из целлюлозы, лишь на 10% уступает бензину, тогда как этанол, произведенный из кукурузы – на 30%. Это говорит в пользу перспективы целлюлозного биоэтанола, который к тому же не будет упираться в социальные проблемы, а именно в обострение вопроса продовольственного обеспечения.

Комиссия Евросоюза видит в биотопливе и биодизеле путь снижения объема парниковых газов. Так, к 2020 году комиссия предложила достичь 10% использования биотоплива для наземного транспорта. В Бразилии значительная часть машин ездит на этиловом спирте из сахарного тростника.

Однако, безусловно, для Европы – это промежуточный этап на пути развития новых возобновляемых источников энергии, т.к. древесина и, в особенности, зерновые культуры могут использоваться более эффективно не в качестве топлива.

Недостатки использования биотоплива (т.е. бензина с добавлением биоэтанола) в России:

- в силу большой гигроскопичности этанола, в нашем климате могут возникнуть сложности с запуском двигателя в холодное время,
- оборот биоэтанола регулируется законом об обороте алкогольной продукции и спиртосодержащих жидкостей. Соответственно, вместо субсидий на его производство российские власти, противоположно своим европейским коллегам, взимают акциз с продаваемого этанола, на какие бы цели он ни шел.

В Европе популярны продукты переработки биомассы и органики с получением биогаза. Одним из ярких примеров является Швеция. Так, Правительство Швеции утвердило программу полного отказа страны от нефти к 2020 году и предполагает перейти на биоэтанол и природный газ. Для общественного транспорта осуществляется переход на биогаз.

Теоретически биогаз способен заменить собой до 20% общеевропейского потребления природного газа (им также можно разбавлять природный газ). Безусловно, это требует соответствующей инфраструктуры, на что нужны колоссальные инвестиции. Тем не менее, Правительство Швеции считает, что для обеспечения устойчивого развития и собственной энергетической безопасности необходимо принять политическое решение и постепенно распространять эту практику по всей Европе. Так, в Швеции уже 4500 машин (в основном муниципальных автобусов), которые ездят на биогазе в пропорции 45% биогаз и 55% природный газ. К 2020 Шведы хотят довести количество биогазовых автомобилей до 200 тыс.

В России эти технологии внедряются лишь в отдельных прогрессивных сельских хозяйствах, птицефермах, как правило, за счет иностранных инвесторов.

В качестве альтернативных топлив могут применяться аммиак и водород. У них отсутствует в составе углерод. Особо интересен водород. Он и по энергоемкости превосходит углеродные топлива, и является абсолютно нетоксичным газом, что позволяет снизить выбросы оксидов азота практически до нуля. К сожалению, производство водорода пока очень энергоемко и дорого.

Наиболее часто среди альтернативных видов топлива в России, и в Санкт-Петербурге рассматривается сжатый природный газ.

Его использование позволяет в 2-4 раза сократить выбросы в атмосферу сажи, высокотоксичных ароматических углеводородов, окиси углерода, углеводородов и окислов азота. По данным Министерства по транспорту России, при переводе на природный газ снижение суммарных выбросов оксида углерода достигает: для грузового автомобиля - 49%, для автобусов - 56%, для такси - 76%. Важно, что автомобиль достаточно легко переоборудовать для езды на природном газе. Недостаток природного газа - ограничение дальности передвижения от 50 до 160 км.

Эффективными по экономическим и экологическим параметрам, но малораспространенными в настоящее время являются гибридные силовые установки: на трассе – двигатель внутреннего сгорания, в городе – электродвигатель. Переключение на тот или иной тип двигателя происходит автоматически в зависимости от режима езды и дорожных условий.

Стремления Европы очевидны. Они являются импортерами нефти и основные успехи в области освоения альтернативных источников можно объяснить стремлением к избавлению от энергетической зависимости от стран – поставщиков нефти (как в Европе) или жесткой политической волей в области умеренного использования импортируемой и собственной нефти (как в Америке).

В России ни то, ни другое не предвидится, а вопросы экологической безопасности при нынешнем уровне экологической культуры не способны инициировать массовое распространение альтернативных видов топлива. И это делает вопрос развития новых технологий практически безнадежным.

И все-таки, даже если допустить перспективность альтернативных видов топлива в ближайшее время, в нашей стране, то активное развитие этих направлений пока остается сомнительным. До тех пор, пока со стороны органов власти не налажена качественная система контроля технического состояния автомобилей и качества топлива, пока нет сознания личной ответственности у водителя, нет смысла развивать новые технологии, требующие к тому же другого менталитета от автовладельцев. Возможности увеличения экологических характеристик и двигателей и топлива велики, нужно сосредоточиться на этом направлении при параллельном обеспечении жесткого контроля технического состояния автомобилей.

Прогноз состояния воздуха в Санкт-Петербурге к 2025 году.

Рассмотрим общий уровень автомобилизации в России.

На начало 2006 года – 219 автомобилей приходилось на 1000 жителей. В том числе легковых – 179.

На начало 2007 – 273 на 1000 человек. В том числе легковых – 244 (в Москве 279 и 252 соответственно на 1000 жителей). Для российских городов, имеющих планировку и транспортную инфраструктуру прошлого столетия, достигнутый уровень автоматизации значительно превышает критический (170-180 автомобилей на 1000 жителей) с точки зрения существующей емкости городских территорий.

Вместе с тем, по уровню автомобилизации Россия отстает от экономически развитых стран мира в среднем в 4-5 раз. Так, например, еще в 1999 году в Венгрии приходилось 220 автомобилей на 1000 жителей, в Польше – 230, в Люксембурге – 570. Это еще раз подтверждает необходимость грамотной планировки, организации системы управления дорожным движением, и контроля выполнения существующих нормативов.

В Таблице 7 представлен официальный прогноз динамики объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта.

Таблица 3

Прогноз объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта в Санкт-Петербурге до 2025 года (тыс/т).

Вариант развития	2010	2011-2014	2015	2016-2024	2025
Пессимистический	267,9	284,6	298,3	316,2	314,1
Средний	283,1	294,1	306,3	268,5	233,9
Оптимистический	228,3	219,2	228,2	174,4	145,1

По самым оптимистичным оценкам суммарные выбросы загрязняющих веществ вырастут на 8,2% (по отношению к 2003 году), а к 2025 – все-таки уменьшатся на 23% за счет реализации мероприятий в отношении автотранспорта.

По пессимистическим оценкам. Выбросы возрастут на 29% к 2010 году и на 40% к 2025 году.

Расшифровка вариантов развития.

Пессимистический вариант развития.

Сохраняется стабильный рост численности автопарка с темпами, наблюдавшимися в последние годы. Поступающие в состав парка автотранспортные средства будут иметь те же экологические характеристики, что и производимые в настоящее время. Сохранится существенное отставание в темпах развития улично-дорожной сети. В соответствии с этим сценарием выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в Санкт-Петербурге к 2010 г. превысят уровень 2000 г. на 65% и будут увеличиваться в дальнейшем.

Средний вариант развития.

Темпы автомобилизации сохраняются в начале периода, постепенно снижаясь по мере насыщения населения легковыми автомобилями. Вновь поступающие в эксплуатацию автомобили будут оснащаться нейтрализаторами ОГ. Темпы строительства и ремонта улиц и дорог будут отставать от возрастающего количества автомобилей. В соответствии с этим сценарием выбросы загрязняющих веществ к 2010 г. превысят уровень 2000 г. на 35% и будут увеличиваться в дальнейшем.

Оптимистический вариант развития.

Естественное насыщение автомобильного рынка при одновременном нарастании транспортных проблем приведут к замедлению темпов роста автомобильного парка. Произойдет улучшение экологических характеристик вновь производимых автомобилей. Структура грузового автопарка претерпит изменения в соответствии с потребностями рынка. Темпы улично-дорожного строительства возрастут.

В соответствии с этим сценарием выбросы будут постепенно уменьшаться. Стоит отметить отсутствие прозрачности расчетов для прогнозирования. В различных официальных источниках при оптимистичном варианте развития событий озвучивается как постепенное снижение выбросов, так и небольшой, но постоянный их прирост.

Существующая ситуация и прогнозы о будущем состоянии загрязнения воздуха в Санкт-Петербурге показывают нарастающую угрозу со стороны автотранспорта. В минимизации этой угрозы все задачи, мероприятия должны быть ориентированы на оптимистичный вариант развития, и только на показатели, единственно возможные для самой жизни населения. Здесь очень важно не скатиться в безосновательный оптимизм, нужно не надеяться на «естественное насыщение автомобильного рынка» (хотя бы потому, что это произойдет в том случае, когда город парализует от пробок), а начинать уже сейчас делать все возможное для достижения соответствующих показателей качества жизни.

Анисимова Инна

Директор НП «Санкт-Петербургский Экологический союз»
Июль 2008

При анализе использовались следующие материалы:

1. Постановление Правительства РФ от 27.02.2008 г. № 118. Технический регламент "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту".
2. Постановление Правительства Москвы 25 декабря 2007 г. № 1179-пп «О мерах по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами в городе Москве».
3. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 25.12.2007 N 1662 «Экологическая политика Санкт-Петербурга на 2008 - 2012 годы».
4. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 26 сентября 2002 г. N 50 «Об основных направлениях политики Санкт-Петербурга в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на период 2003-2007 годы».
5. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге. Аналитический обзор за 25 лет. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности / под ред. Д.А. Голубева и Н.Д. Сорокина. – СПб.: ФормаТ, 2004.
6. Ежегодный обзор «Охрана окружающей среды, природопользование и

обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2006 году». Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности / под ред. Д.А. Голубева и Н.Д. Сорокина. – СПб.: Сезам, 2007.

7. Промежуточный отчет о выполнении основных направлений политики Санкт-Петербурга в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на период с 2003 по 2007 гг. / Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. – СПб., 2006.

8. Сборник докладов форума «Биоэнергетика», 8-10 апреля 2008 год, Санкт-Петербург.

9. Кудрявцев И., Чистый воздух – это не роскошь, а средство жизнеобеспечения // Автомикс. - №37. – 2001.

10. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для высшей школы. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Академический проект, 2004. – 400с.

11. Куров Б.М. Как уменьшить загрязнение окружающей среды автотранспортом? / Россия в окружающем мире. Аналитический ежегодник. - №5. - 2000.