

УДК 551.58

Е.И. Азаренко, доцент, канд. техн. наук*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua***ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ****НА АТМОСФЕРУ СЕВАСТОПОЛЯ В 2000-2011 ГОДАХ**

По данным Управления статистики в г. Севастополе исследуется динамика техногенной нагрузки на атмосферу города. Выявлены общие тенденции изменения техногенной нагрузки по оксидам азота, оксиду углерода, углеводородам, диоксиду серы и саже в выбросах автотранспорта. Рассмотрены приоритетные направления работ по снижению выбросов автотранспорта.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, техногенная нагрузка на атмосферу.

Необходимость проведения наблюдений за выбросами в атмосферу в городах обуславливается, прежде всего:

– существенным влиянием качества воздуха на здоровье населения и экологическую обстановку в регионе в целом (по данным ВОЗ средний уровень загрязнения атмосферного воздуха, типичный для большинства европейских городов, является причиной до 7-10 % всех случаев респираторных заболеваний среди детей, 3-7 % новых случаев хронических заболеваний легких и 3-15 % новых случаев бронхиальной астмы);

– обязательствами, взятыми Украиной относительно уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу, в связи с подписанием Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха (ежегодно Украина представляет отчеты по Совместной программе наблюдений и оценки распространения загрязнений атмосферы на большие расстояния в Европе – ЕМЕП) и Рамочной конвенции ООН «Об изменении климата».

Целью статьи является анализ статистических данных об объемах выбросов для определения антропогенной нагрузки на окружающую среду, основных тенденций ее изменения и путей снижения. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем при формировании программ социально-экономического развития, выборе первоочередных направлений разработки природоохранных мероприятий.

Исходной информацией для анализа является масса выбросов загрязняющих веществ за год согласно официальным ежегодным отчетам Управления статистики в г. Севастополе. Характер изменений массы выбросов представлен на рисунке 1.

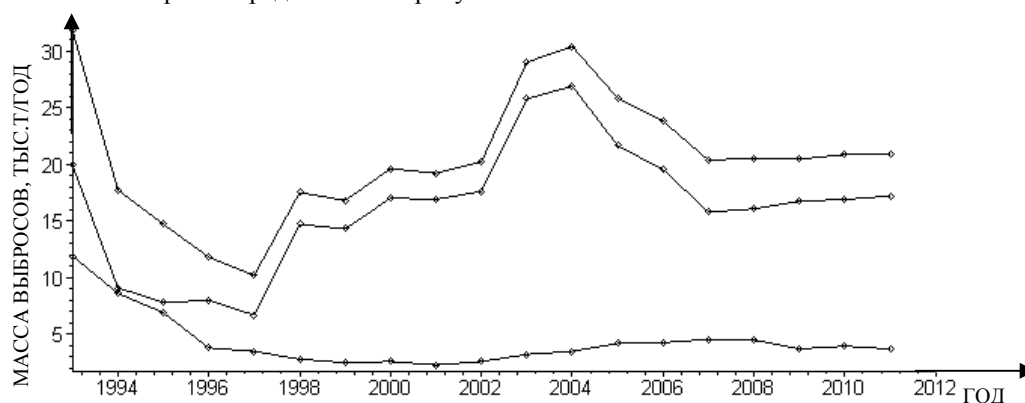


Рисунок 1 – Изменение массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников г. Севастополя (сверху вниз: все источники, передвижные источники, стационарные источники)

Графики, приведенные на рисунке 1, показывают, что основной вклад в загрязнение атмосферы Севастополя по массе выбросов вносят передвижные источники. Доля стационарных источников в общей массе выбросов составляла в рассматриваемый период от 11 (2003 г.) до 49 % (1994 г.), причем наблюдается тенденция к снижению вклада выбросов стационарных источников (рисунок 2).

Однако для адекватной оценки техногенной нагрузки на атмосферу не достаточно рассматривать только массу выбросов, необходимо проанализировать их состав, учесть степень опасности веществ, поступающих в атмосферу. Доцентом кафедры прикладной экологии и охраны труда СевНТУ Ю.В. Корчмитом предложена зависимость для расчета техногенной нагрузки на окружающую среду [1], включающая не только массу загрязняющего вещества, но и его ПДК, а также показатели

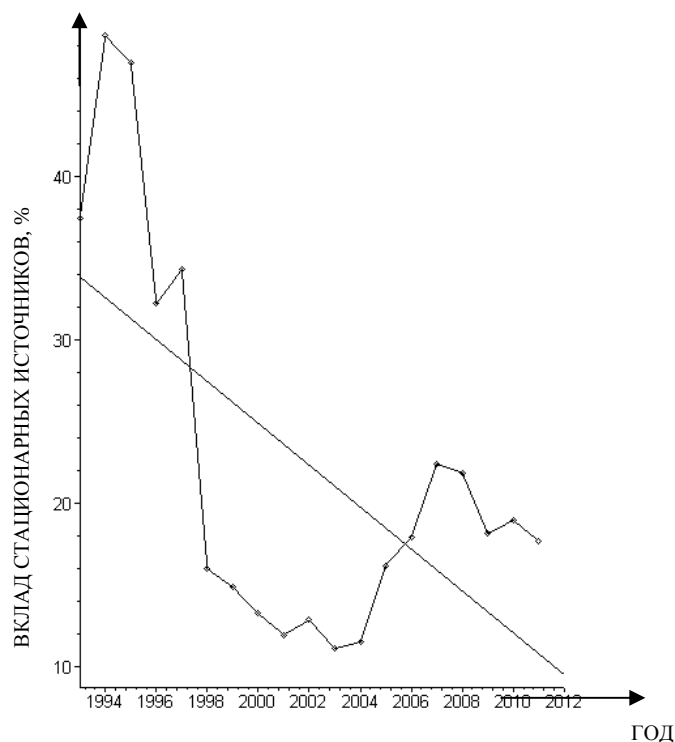


Рисунок 2 – Изменение вклада стационарных источников в загрязнение атмосферы Севастополя (по массе выбросов): уравнение линейного тренда $y=35,1-1,3 \cdot x$
территориальных и социально-экологических особенностей населенного пункта согласно [2]. Таким образом, уровень техногенной нагрузки на атмосферу (D_a , дБ) можно оценить по формуле [1]:

$$D_a = 10 \lg \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^p \left[\frac{(A_i \cdot N_i \cdot T)^2 \cdot k_T \cdot k_{zi}}{(A \cdot M)^2} \right], \quad (1)$$

где $A_i = 1/\text{ПДК}_i$ – безразмерный показатель относительной опасности i -го загрязнителя; N_i – мощность выброса i -го загрязнителя; T – время выброса; $k_T = k_n \cdot k_f$ – коэффициент, учитывающий территориальные, социально-экологические особенности региона; k_{zi} – коэффициент, зависящий от уровня загрязненности атмосферы населенного пункта i -ым загрязнителем; p – количество загрязнителей; m – число источников выбросов.

Знаменатель в (1) является пороговым показателем и равен 0,01. Тем самым принимается, что нулю единиц загрязнения соответствует выброс 1 тонны фреона 11 в атмосферный воздух населенного пункта в течение года [1].

Учитывая, что для Севастополя, согласно [2], значения коэффициентов k_n , k_f и k_{zi} соответственно равны 1,35 (численность населения города 381,4 тыс. человек по данным 2012 г.), 1,25 (город государственного значения) и 1 (уровни загрязнения атмосферного воздуха города рассматриваемыми веществами не превышают ПДК), а также принятый расчетный период и имеющуюся исходную информацию о выбросах по сумме источников, формулу (1) для i -го вещества можно записать в виде:

$$D_{ai} = 10 \lg [168,75 \cdot (A_i \cdot M_i)^2], \quad (2)$$

где M_i – масса выброса i -го загрязнителя, т/год.

Для суммы веществ выражение примет вид:

$$D_a = 10 \lg [168,75 \cdot \sum_{i=1}^p (A_i \cdot M_i)^2]. \quad (3)$$

Изменение состава выбросов стационарных источников в 2003-2007 гг. (в период возрастания их вклада в общий объем выбросов в атмосферу) приведено на рисунке 3. С целью приближенной оценки общих тенденций изменения нагрузки на атмосферу выполнена аппроксимация методом наименьших квадратов. В составе выбросов стационарных источников Севастополя преобладали: среди веществ 1-го класса – ванадий и его соединения (от 46,5 до 100 % в разные годы рассматриваемого периода); 2-го – оксиды азота (от 89,5 до 97,9 %); 3-го и 4-го класса – твердые частицы и сажа (от 49,2 до 58,1 %), диоксид и прочие соединения серы (от 14,8 до 17,0 %), оксид углерода (от 7,2 до 10,0 %).

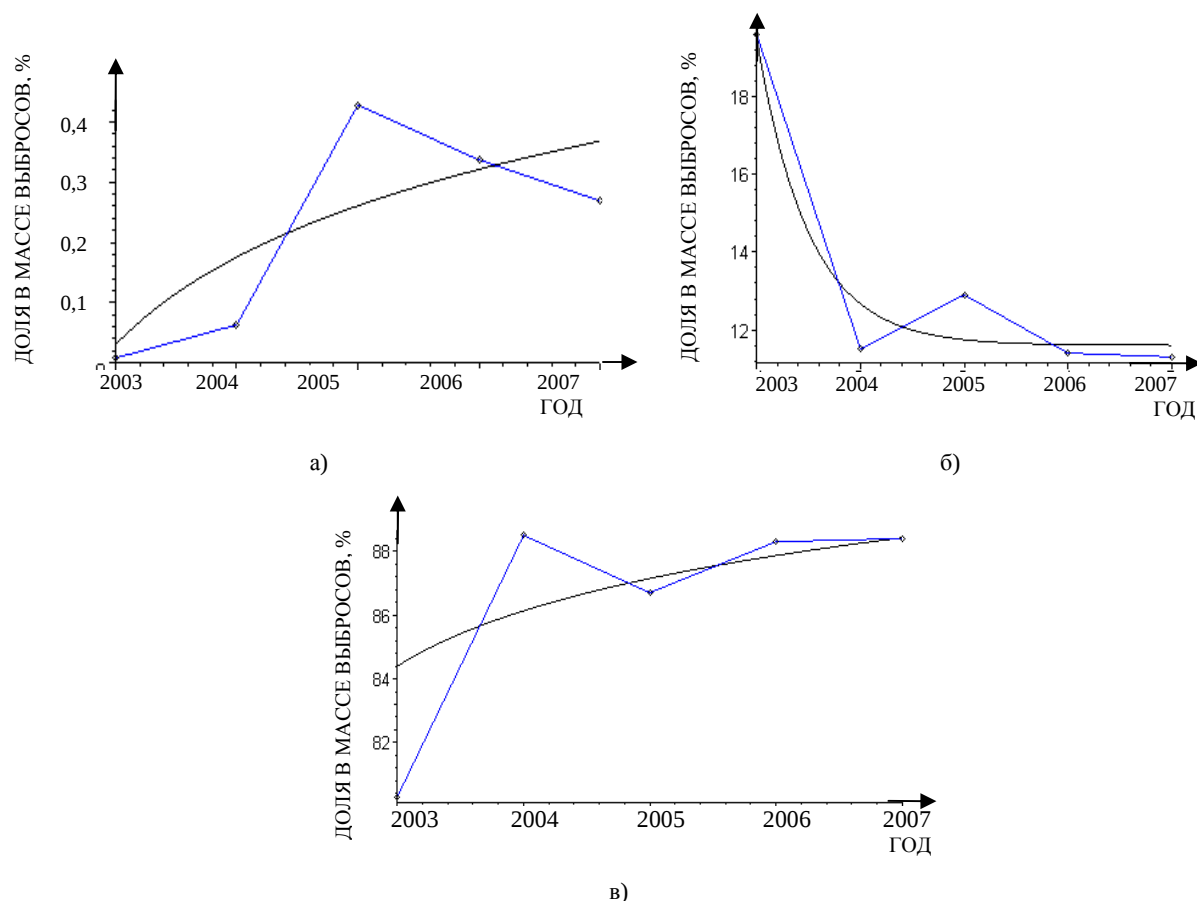


Рисунок 3 – Изменение состава выбросов стационарных источников в 2003-2007 гг.:
 а) вещества 1-го класса опасности (аппроксимирующая кривая: $y = 0,21 \cdot \ln x + 0,03$);
 б) вещества 2-го класса опасности (аппроксимирующая кривая: $y = 58,2 \cdot e^{-2x} + 11,6$);
 в) вещества 3 и 4-го классов опасности (аппроксимирующая кривая: $y = 2,5 \cdot \ln x + 84,4$)

Учитывая, что основная часть выбросов стационарных источников Севастополя – это вещества 3 и 4 классов опасности, тенденция к возрастанию доли таких веществ при общем снижении объемов выбросов в атмосферу, благоприятна для города.

Уровень техногенной нагрузки на атмосферу, рассчитанный по формуле (3), от веществ 1-го, 2-го и 3-4-го классов опасности в выбросах стационарных источников в 2007 г. составил 97,7; 104,5 и 110,5 дБ соответственно. В целом, техногенная нагрузка на атмосферу от стационарных источников по сумме веществ в 2007 г. составила 111,6 дБ, а от передвижных – 114,2 дБ, тогда как по массе выбросов передвижные источники превосходят стационарные более чем в 4 раза.

Тем не менее, основным источником загрязнения атмосферы в Севастополе остается автотранспорт. На его долю приходится более 90 % (в 2007-2010 гг. – 95-97 %) в общем объеме выбросов передвижных источников. Состав выбросов автотранспорта определяется видом и качеством используемого топлива.

Основной вид топлива для автотранспорта в Севастополе – бензин. Его вклад в общий объем сожженного топлива в рассматриваемый период составлял в среднем 67 %. Таким образом, согласно методике [3], в составе выбросов определяемых для автотранспорта веществ будут преобладать оксид углерода (79,3 %), углеводороды (11,7 %), оксиды азота (8,7 %).

Результаты расчетов техногенной нагрузки на атмосферу Севастополя для определяемых в соответствии с [3] веществ, выполненных по формуле (2), а также изменение техногенной нагрузки на атмосферу Севастополя от автотранспорта по сумме веществ в 2007-2011 гг., приведенные на рисунке 4, показали следующее:

- максимальную нагрузку на атмосферный воздух оказывают оксиды азота (наивысший уровень нагрузки наблюдался в 2004 г. и составил 115,1 дБ, анализ данных за 12 лет показал, что имеется тенденция к увеличению уровня нагрузки от данных веществ в среднем на 0,1 дБ в год);
- по убыванию оказываемой нагрузки за оксидами азота следует оксид углерода (максимум 100,0 дБ в 2004 г., отрицательный тренд со скоростью 0,1 дБ в год), углеводороды (максимум 92,7 дБ в 2004 г., положительный тренд со скоростью 0,5 дБ в год), диоксид серы (максимум 93,7 дБ в 2002 г.,

положительный тренд со скоростью 0,5 дБ в год) и сажа (максимум 90,6 дБ в 2011 г., положительный тренд со скоростью 1,1 дБ в год);

— в целом, в период с 2007 по 2011 г. имеется тенденция к увеличению техногенной нагрузки на атмосферу от автотранспорта в Севастополе по сумме веществ со скоростью 0,2 дБ/год.

Для приближенной качественной оценки общих тенденций изменения нагрузки на атмосферу по рассматриваемым веществам были построены линейные тренды методом наименьших квадратов.

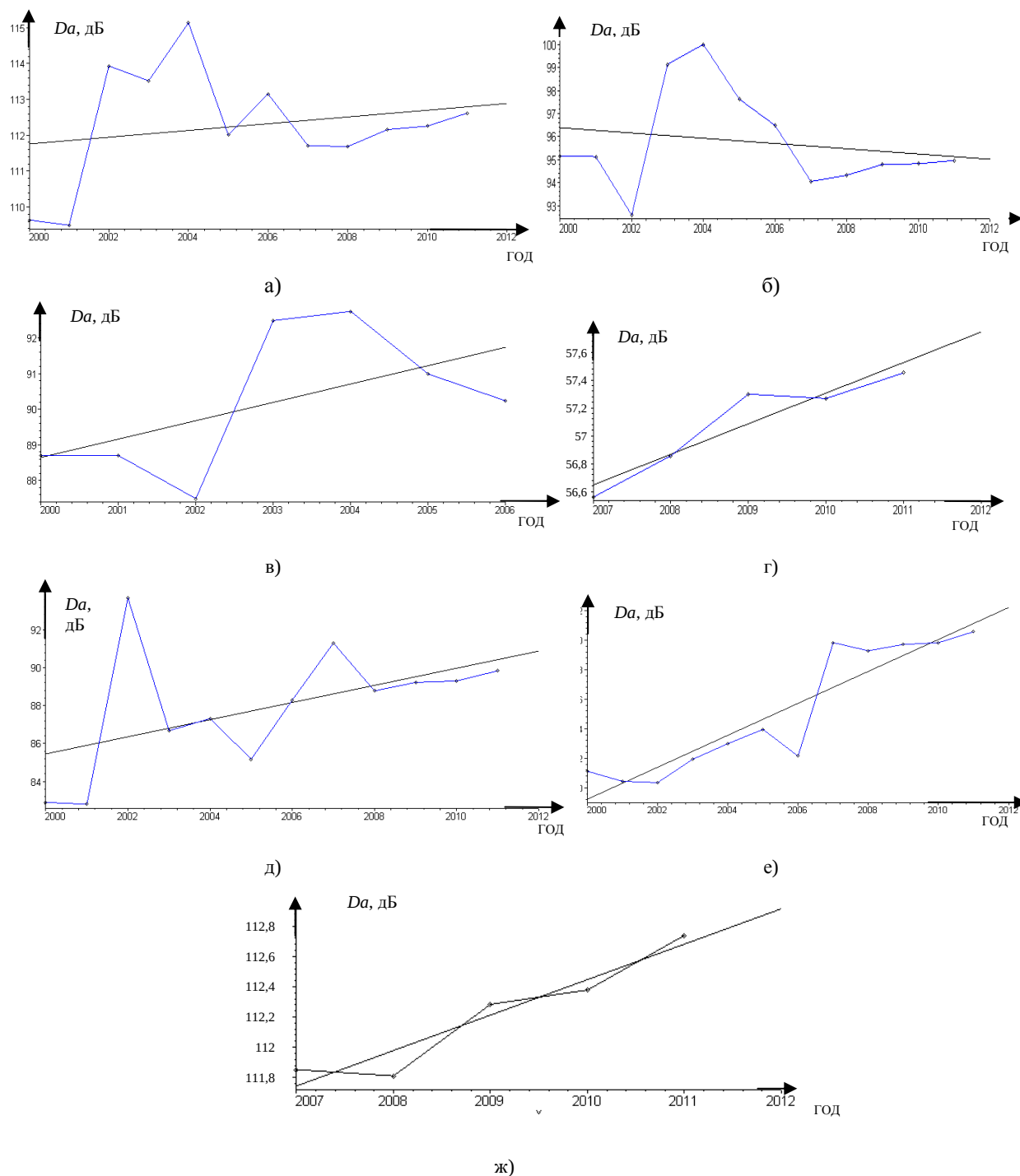


Рисунок 4 – Изменение техногенной нагрузки, оказываемой веществами, содержащимися в выбросах автотранспорта:

- а) оксиды азота: уравнение тренда $y = 111,7 + 0,1x$; б) окись углерода: уравнение тренда $y = 96,5 - 0,1x$;
 в) углеводороды: уравнение тренда $y = 88,1 + 0,5x$; г) метан (согласно [3] сумма углеводородов не определяется с 2008 г.): уравнение тренда $y = 56,4 + 0,2x$; д) двуокись серы: уравнение тренда $y = 85,0 + 0,5x$;
 е) сажа: уравнение тренда $y = 78,2 + 1,1x$; ж) сумма веществ: уравнение тренда $y = 111,5 + 0,2x$

К причинам, определяющим изменение уровня техногенной нагрузки от основного источника загрязнения атмосферы Севастополя – автотранспорта, следует отнести:

- экономические (обуславливают изменение числа единиц, моделей и пробега транспортных средств, соотношение разных видов топлива в общем объеме его потребления);
- технические (конструктивные особенности двигателей и систем выпуска отработанных газов, техническое состояние автопарка);
- организационные (качество проведения техосмотров, контроля на дорогах, развитие транспортной инфраструктуры и организация дорожного движения).

В кризисные годы повышается интерес к использованию дизельного топлива и газа, как более дешевых видов топлива. Кроме того, дизельные двигатели, как правило, более экономичны чем бензиновые. Однако, в составе транспортных средств, эксплуатируемых в городе, традиционно преобладают автомобили с бензиновыми двигателями. Замена автомобилей или их переоборудование на другой вид топлива требует значительных единовременных вложений, срок окупаемости которых по оценкам специалистов составляет около пяти лет. В сложившейся экономической ситуации ни предприятия, ни физические лица не могут себе этого позволить. Таким образом, основным видом топлива для автомобилей в Севастополе в ближайшие годы останется бензин.

Тем не менее при формировании нового автопарка предприятиям можно рекомендовать производить сравнительную оценку нескольких конкурирующих вариантов состава парка по эколого-экономической целесообразности, учитывая техногенную нагрузку на атмосферу, определенную для каждого варианта, и затраты предприятия, а именно стоимость автомобилей, техобслуживания, топлива и заправки, экологический налог. В ряде случаев лучший по экологическим показателям состав парка оказывается и экономически выгодным.

Для снижения уровня загрязнения воздуха при работе бензиновых двигателей сегодня уже при производстве большинства моделей автомобилей в них устанавливаются каталитические нейтрализаторы. Однако со временем нейтрализаторы выходят из строя, что может сопровождаться сбоями в работе двигателя, увеличением расхода бензина. Этот факт выясняется при прохождении техосмотра и перед автовладельцем встает проблема выбора – заменить нейтрализатор или просто отказаться от него, причем последнее будет стоить в 2-20 раз дешевле. Поскольку вопросы экологической безопасности при нынешнем уровне экологической культуры не способны оказать существенного влияния, выбор большинства автовладельцев очевиден.

Уменьшение загрязнения воздуха отработанными газами возможно только при условии систематического, желательного ежедневного контроля состояния автомобилей, повышения уровня технического обслуживания. В противном случае усилия по совершенствованию двигателей для обеспечения требований экологической безопасности, высокое качество топлива, установка нейтрализаторов будут бесполезны. Одна из основных проблем, препятствующих созданию эффективной системы контроля состояния автомобилей по экологическим показателям состоит в том, что контроль осуществляет Госавтоинспекция, перед которой не ставится приоритетная задача оценки состава выбросов автотранспорта.

Однако даже применение двигателей и топлива, соответствующих экологическим требованиям, не способны решить задачу снижения нагрузки на атмосферу при интенсивном движении автомобилей. В связи с этим необходимо уделять серьезное внимание организации дорожного движения, настойчиво развивать комфортный и быстрый общественный транспорт, ограничивать использование личного транспорта, например, в центре города.

И, наконец, важнейшим элементом в комплексе мероприятий по снижению техногенной нагрузки от автотранспорта является совершенствование нормативно-правовой базы, внедрение в Украине европейских экологических стандартов (Евро). Стандарты Евро содержат требования к двигателям и топливу. В таблице 1 показана периодичность пересмотра экологических нормативов и ужесточения требований на примере выбросов дизельных двигателей грузовых автомобилей:

Таблица 1 – Требования к содержанию загрязняющих веществ в выбросах дизельных двигателей грузовых автомобилей

Норма	Год введения	Предельно допустимые выбросы, г/км			
		CO	CmHn	NOx	Твердые частицы
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
Евро-6	2012*	1,5	0,25	0,4	0,01

Примечание: * – введение норм Евро-6 ожидается в декабре 2012 г.

Данные таблицы 1 подтверждают постоянное серьезное внимание к вопросам экологии на транспорте в странах Евросоюза. Если сравнивать фактический уровень загрязнения атмосферы, создаваемый сегодня дизельными двигателями в Украине в соответствии с [3] и [4], приведенный в таблице 2, с требованиями Евро, видно, что в Украине обеспечивается уровень загрязнения, который может соответствовать по самым оптимистичным оценкам только требованиям Евро 1.

Таблица 2 – Выбросы грузовых автомобилей с дизельными двигателями в Украине

Выбросы, г/км			
CO	CmHn	NOx	Твердые частицы
5,08-45,23	0,79-7,09	2,80-24,95	0,65-5,77

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: основной вклад в загрязнение атмосферы Севастополя по массе выбросов вносят передвижные источники, причем более 90 % в общем объеме выбросов таких источников приходится на долю автотранспорта; максимальную нагрузку на атмосферный воздух Севастополя из веществ, поступающих с выхлопными газами автомобилей, оказывают оксиды азота; техногенная нагрузка на атмосферу от автотранспорта в Севастополе по сумме веществ постоянно возрастает; учитывая сложившуюся ситуацию, экологические требования на автотранспорте должны применяться и контролироваться предельно жестко, актуальной для города задачей является создание эффективной системы контроля технического состояния автомобилей с участием экологических служб; поэтапное внедрение европейских экологических стандартов, и, что самое важное, программы мероприятий по реализации их требований, позволит существенно снизить техногенную нагрузку на атмосферный воздух.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении – определение изменений техногенной нагрузки на атмосферу от автотранспорта в Севастополе по сезонам года и районам города, что может служить дополнительным основанием для выбора защитных мероприятий.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Корчмит Ю.В. Загрязнение природной среды города Севастополя: справочно-методическое пособие. Часть 1 / Ю.В. Корчмит, А.А. Леонов. — Севастополь, 2009. — 172 с.
2. Методика расчета размеров возмещения убытков, причиненных государству в результате сверхнормативных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Утверждена приказом Министерства охраны окружающей природной среды Украины от 10 декабря 2008 г. за № 639 // Документ для работы. — 2009. — № 8. — 12 с.
3. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в воздух от транспортных средств. Утверждена приказом Государственного комитета статистики Украины от 13.11.2008 г. за № 452 // Документ для работы. — 2009. — № 37. — 19 с.
4. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Утверждены приказом министерства транспорта Украины от 10.02.98 г. за № 43 (с последними изменениями и дополнениями, внесенными приказом Мининфраструктуры Украины от 24.01.12 г. за № 36) // Всеукраинская профессиональная бухгалтерская газета «Все о бухгалтерском учете». — 2012. — № 21. — 63 с.

Поступила в редакцию 14.06.2012 г.

Азаренко О.І. Зміна техногенного навантаження на атмосферу Севастополя у 2000-2011 рр.

За даними Управління статистики у м. Севастополі досліджується динаміка техногенного навантаження атмосфери міста. Виявлено загальні тенденції зміни техногенного навантаження оксидами азоту, оксидами вуглецю, вуглеводнями, діоксидами сірки й сажі у викидах автотранспорту. Розглянуто пріоритетні напрями робіт зі зниження викидів автотранспорту.

Ключові слова: забруднення атмосфери, техногенне навантаження на атмосферу.

Azarenko E.I. Changing the anthropogenic pressure to the atmosphere of Sevastopol in 2000-2011 years

According to the Sevastopol Statistics Department data it's investigate the dynamics of anthropogenic impact on the atmosphere of the city. The common trends of anthropogenic impact on nitrogen oxides, carbon monoxide, hydrocarbons, sulfur dioxide and particulate matter are detect. It's considering the main directions of work to automobile transport blowout of pollutants shorten.

Keywords: atmosphere pollution, anthropogenic impact on the atmosphere.