

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Исследование динамики изменения выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта в г. Москва с 2002 по 2030 годы

к.т.н. Азаров В.К., Васильев А.В., д.т.н. проф. Кутенёв В.Ф., к.т.н. Степанов В.В.
ФГУП «НАМИ»,
(903) 792-89-78, vakutenev@nami.ru

Аннотация. В статье изложены материалы по исследованию выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта в крупных городах на примере г. Москвы. Прогнозируется увеличение вредных выбросов от роста парка автомобилей до 2030 года. Показано значительное превышение выброса вредных твердых частиц в отработавших газах, нормируемых Правилами ООН и общих выбросов твердых частиц от износа шин, тормозных систем и дорожного полотна, которые в настоящее время не нормируются. Обосновывается необходимость разработки стандартов по нормированию их выбросов.

Ключевые слова: выброс вредных веществ, отработавшие газы автомобилей, износ шин, износ дорожного полотна, твердые частицы, загрязненность воздушной среды городов.

В больших городах нашей страны еще три десятка лет назад автомобили не были основным источником загрязнения атмосферы. Сейчас экологические проблемы автотранспорта в крупных российских городах стали серьезной проблемой. Автотранспорт уверенно вышел на первое место среди всех прочих источников загрязнения воздуха.

По данным ВОЗ в Париже, Лондоне, Москве, Петербурге летом 2015 г. было отмечено появление смога в безветренную погоду [1 – 3].

Однако, необходимо отметить, что автомобильный транспорт загрязняет атмосферу и поверхность города не только отработавшими газами (ОГ), но и твердыми частицами невыхлопного происхождения. Это утверждение касается выбросов, образующихся в результате износа шин, тормозов и дорожного покрытия [1 – 3].

Так как эти выбросы не привлекали к себе внимание как дымящие отработавшие газы, они долгое время оставались в тени, поэтому в экологической и технической литературе было мало информации по этому вопросу. Хотя уже давно было доказано, что твердые частицы невыхлопного происхождения в первую очередь от износа шин и дорожного полотна негативно влияют на здоровье людей, приводя даже к заболеванию раком дыхательной системы [2].

В 2011 – 2013 гг. в НАМИ были проведены исследования по сравнению выбросов в атмосферу городской среды вредных веществ с отработавшими газами легковых, грузовых автомобилей и автобусов с вредными выбросами от износа шин и тормозных накладок, этих же автомобилей [3].

В 2002 году Мосэкомониторингом были проведены исследования по определению влияния автомобильного грузового транспорта на экологическое положение в городе Москва. По экологическим характеристикам в 2002 г. 90% парка автотранспорта соответствовало уровню Евро-0 Международных Правил ООН. В таблице 1 приведены результаты расчета экологического ущерба в 2002 г. от грузового автотранспорта г. Москвы [4]. В суммарные выбросы вредных веществ включены: окись углерода, углеводороды, окислы азота. Однако для здоровья населения наибольшую опасность представляют канцерогенные вещества (сажа, твердые частицы, бензол, бутадиев) и опасные органические вещества (формальдегид, акролеин, толуол, ксилолы).

В настоящее время (2015 г.) произошло значительное увеличение всего автомобильного парка г. Москвы. Ученые, занимающиеся прогнозированием состояния автомобильного

парка, утверждают, что этот рост сохранится и на длительное время вплоть до 2030 года [5]. Данные ГИБДД о составе парка и проведенные исследования позволили определить динамику роста по годам, которая представлена в таблице 2.

Таблица 1

**Результаты расчета экологического ущерба
в 2002 г. от грузового автотранспорта г. Москва**

Суммарные выбросы от всех загрязняющих источников, %	В том числе от автомобильного транспорта, %	Суммарные выбросы по видам автомобильного транспорта, %			
		Всего	В том числе		
			От легковых, перевозок	От грузовых перевозок	От автобусных перевозок
100	85	100	60	26,5	13,5
Сумма годовых выбросов от грузового парка автомобилей, тонн	В том числе удельные годовые выбросы, тонн				
	На 1 автомобиль	На 1 жителя Москвы		На 1 гектар площади города	
250 900	1,117	0,189		15,3	

Таблица 2

Состав парка автомобилей по данным ГИБДД

Автомобили	2002 год, тыс. шт	2014 год, тыс. шт	2020 год, тыс. шт	2030 год, тыс. шт
Легковые	1 495,1	3 773,2	4 603,0	5 762,0
Легкогрузовые + грузовые	224,6	346,7	391,2	453,1
Автобусы	5,0	48,9	58,4	78,6

В прогнозе предусматривается развитие конструкции автомобильного транспорта за счёт дизелизации и перевода на альтернативные виды топлива, а также и на другие типы комбинированных энергоустановок (КЭУ). Этот процесс изменения отражен в таблице 3.

Таблица 3

Тип ЭУ	2011	2021	2031
Легковые АТС в %			
Дизель	6,6	1,4	20,3
Бензин	93,4	66,0	37,8
Газ	0	6,5	13,5
Гибрид (КЭУ)	0	7,0	14,9
H ₂ + ТЭ + Э*)	0	6,5	13,5
ВСЕГО %	100	100	100
Грузовые АТС в %			
Дизель	41,7	48,0	53,0
Бензин	58,3	44,0	31,0
Газ	0	4,0	8,0
Гибрид (КЭУ)	0	2,0	4,0
H ₂ + ТЭ + Э*)	0	2,0	4,0
ВСЕГО %	100	100	100
Автобусы в %			
Дизель	80,6	81,1	82,0
Бензин	19,4	10,9	2,0
Газ	0	4,0	8,0
Гибрид (КЭУ)	0	2,0	4,0
H ₂ + ТЭ + Э*)	0	2,0	4,0
ВСЕГО %	100	100	100

*) – «H₂ + ТЭ + Э» – автомобили, работающие на водороде, топливных элементах, электромобили.

Учитывая весьма бурный рост парка легковых автомобилей в мегаполисе г. Москва, целесообразно отдельно провести расчетные исследования по оценке влияния изменения состава парка легковых автомобилей на выброс всех вредных веществ в атмосферу г. Москвы, как с отработавшими газами, так и от износа шин и тормозных накладок.

Анализ выбросов вредных веществ с отработавшими газами легковых автомобилей производился по нормативам международных правил ООН №83 приведенных в таблице 4.

Таблица 4

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/км			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-0			14,5	4,75		
Евро-1	1992	2002	2,72	0,97		
Евро-2	1996	2006	2,2	0,5		
Евро-3	2000	2008	2,3	0,2	0,15	
Евро-4	2005	2013	1,0	0,1	0,08	
Евро-5	2009	2016	1,0	0,1	0,06	0,005
Евро-6	2014	2018	0,50	0,1	0,06	0,005

Итак, по прогнозу (таблица 2) парк легковых автомобилей в период с 2002 по 2030 гг. будет резко увеличиваться. Это увеличение отражается следующими цифрами по сравнению с 2002 г.: в 2014 г. – 2,5 раза; в 2020 г. – 3,1 раза; в 2030 г. – 3,8 раза.

Однако, выбросы от двигателей легковых автомобилей, с учетом перехода (в основной массе) с Евро-0 на Евро-1 в 2002 г., проявятся обновленным на 50% парком только в 2014 г., а при переходе в 2012 г. на Евро-4, они смогут проявиться только в 2020 г., а Евро-6 окажет влияние на выброс только в 2030 г.

С учётом этого результаты расчетов ежегодных выбросов вредных веществ в тоннах с ОГ от легковых автомобилей приведены в таблице 5. При расчете принят усредненный ежегодный пробег легковых автомобилей в 30000 км.

Таблица 5

Год	Количество легковых автомобилей, шт	Ожидаемые выбросы, т в год			
		CO	CH	NO _x	PM
2002 г.	1 495 100	650 389	213 052		---
2014 г.	3 773 200	307 893	109 800		---
2020 г.	4 603 000	138 090	13 809	11 047	---
2030 г.	5 762 000	86 430	17 286	10 372	864

Расчеты показали, что общее количество вредных выбросов с ОГ легковых автомобилей за исследуемый период будет значительно уменьшаться из-за высокой эффективности введения жестких нормативов Евро-5 и Евро-6 Правил ООН №83 на их выброс. Так снижение выбросов CO, CH и NO_x в 2014 г. произошло в 2 раза в 2020 г. будет в 4 раза, а в 2030 г. в 5 раз.

Рассмотрим, как изменятся вредные выбросы твёрдых частиц от шин и тормозных накладок легковых автомобилей за период с 2002 по 2030 гг. Темп износа шин и тормозных накладок был взят из результатов работы [3].

Расчет выбросов в тоннах приведён в таблице 6.

Таблица 6

Год	Количество легковых автомобилей, шт	Средний пробег автомобиля за год, км	Выбросы за год, тонн		Общая сумма выбросов твёрдых частиц, т
			от шин (при интенсивности износа шин автомобиля – 0,132 г/км), т	тормозов, (при интенсивности износа тормозов автомобиля – 0,0088 г/км), т	
2002	1 495 100	30 000	5 920	395	6 315
2014	3 773 200	30 000	14 942	996	15938
2020	4 603 000	30 000	18 228	1 215	19443
2030	5 762 000	30 000	22 818	1 521	24 339

Расчеты показывают, что неуклонное увеличение количества легковых автомобилей в мегаполисе Москва отрицательно сказалось и будет сказываться на экологическом состоянии воздушной среды в городе. Годовое (в тоннах) количество выбросов вредных веществ от шин и тормозов по сравнению с 2002 г. увеличилось в 2014 г. в 2,5 раза, в 2020 г. увеличится в 3 раза, в 2030 г. почти в 4 раза.

Оценим влияние изменения парка грузовых автомобилей и автобусов в г. Москве на вредные выбросы твёрдых частиц от шин и тормозных накладок.

Парк грузовых автомобилей и автобусов в г. Москве (таблица 2) неуклонно растёт. По

сравнению с 2002 г. такое увеличение по грузовым автомобилям составляет: 2014 г. – 1,5 раза; 2020 г. – 1,7 раза; 2030 г. – 2 раза. По автобусам такое увеличение составляет: в 2014 г. – в 9,8 раза, в 2020 г. – в 11,7 раз, в 2030 г. увеличение ожидается в 15,7 раза.

За рассматриваемый промежуток лет произойдет изменение конструкций двигателей грузовых автомобилей и их количественный состав.

В настоящее время и на будущее (прогноз) намечается продолжение дизелизации грузовых автомобилей и перевод на альтернативные виды топлива и различные типы энергоустановок (КЭУ), однако при этом сохранится значительное количество малотоннажных грузовых автомобилей с бензиновыми двигателями. Если в 2011 г. их процент составлял 58,3%, то в 2021 г. будет около – 44,0%, а в 2030 г. все же сохранится около – 31% (таблица 3).

На городские автобусы традиционно ставятся дизельные двигатели. Их доля в общем количестве автобусов сохранится на уровне 81 – 82 % (таблица 3).

Выбросы с ОГ двигателей грузовых автомобилей и автобусов необходимо анализировать, с учетом перехода (в основной массе) с Евро-0 на Евро-1 в 2002 г., который проявился обновленным на 50% парком только в 2014 г., а при переходе в 2010 г. на Евро-4, они смогут проявиться только после 2020 г., а Евро-5 окажет влияние на выброс только после 2030 г.

Предельно допустимые выбросы дизельных двигателей грузовых автомобилей по Правилам ООН №49 представлены в таблице 7.

Таблица 7

Нормы	Год введения в России		Допустимая норма, г/квт·ч			
	Европа	Россия	CO,	C _m H _n ,	NO _x ,	Твердые частицы,
Евро-1	1993	2002	4,5	1,1	8,0	0,36
Евро-2	1996	2006	4,0	1,1	7,0	0,15
Евро-3	2000	2008	2,1	0,66	5,0	0,10
Евро-4	2005	2013	1,5	0,46	3,5	0,02
Евро-5	2008	2016	1,5	0,25	2,0	0,02
Евро-6	2013	2018	1,5	0,13	0,4	0,01

Результаты расчетов выбросов вредных веществ в тоннах с отработавшими газами от двигателей грузовых автомобилей и автобусов приведены в таблице 8.

Таблица 8

Год	Количество грузовых автомобилей и автобусов, шт	Ожидаемые выбросы вредных веществ с ОГ, т в год			
		CO	CH	NO _x	PM
2002 г.	229 600	332 920	109 060	---	---
2014 г.	395 600	107 603	38 373	---	---
2020 г.	449 600	44 960	4 496	3 597	---
2030 г.	531 700	26 585	5 317	3 190	266

Применение норм, Евро-3 и Евро-4 ограничивающих и уменьшающих выбросы от двигателей грузовых автомобилей и автобусов, согласно Правил ООН №49 приводят к положительным эффектам, улучшающим экологию в городе, несмотря на увеличение количества автомобилей. Так в 2014 г. произошло снижение вредных выбросов с ОГ в 3 раза от выбросов в 2002 г., в 2020 г. в 7 – 10 раз, в 2030 г. ожидается в 10 – 12 раз.

Рассмотрим, что произойдет с общими выбросами от шин и тормозных накладок грузовых автомобилей и автобусов за период с 2002 по 2030 гг.

На основании анализа эксплуатации принимаем усредненный пробег грузовых автомобилей и автобусов в Москве равным 70 000 км [6]. Результаты расчета выбросов твердых частиц приведены в таблице 9.

Проведенные расчеты выявили прямую зависимость количества выбросов от износа шин и тормозных механизмов от количества грузовых автомобилей и автобусов. Увеличение автомобилей и автобусов приводит к значительному увеличению количества выбросов; их годовое значение по сравнению с 2002 г. увеличилось в 2014 г. в 1,7 раза, в 2020 г. увеличится в 1,96 раза, в 2030 г. – в 2,3 раза.

Весьма сложным вопросом, является определение влияния интенсивности износа до-

рожного покрытия на выброс твердых частиц в окружающую среду г. Москвы.

Таблица 9

Год	Количество грузовых автомобилей и автобусов, шт	Средний пробег автомобиля за год, км	Выбросы за год, тонн		Сумма выбросов твердых частиц, т.
			от шин (при интенсивности износа шин автомобиля – 1,5 г/км), т	от тормозов, (при интенсивности износа тормозов автомобиля – 0,168 г/км), т	
2002	229 600	70 000	24 108	2 700	26 808
2014	395 600	70 000	41 538	4 652	46 190
2020	449 600	70 000	47 208	5 287	52 495
2030	531 700	70 000	55 828	6 252	62 080

При современном исследовании выбросов от износа дорожного покрытия города необходимо учитывать результаты зарубежных и отечественных исследователей [1, 7, 8, 9]. Необходимо также учесть и следующие положения, которые были изложены на 31 сессии специальной группы по программе измерения «Выбросов твердых частиц невыхлопного происхождения автомобильными транспортными средствами» в 2014 г., образованном в 2013 г. на основании ранее представленных докладов Российской Федерации на 65 и 66 сессиях Рабочей группы по проблемам энергии и загрязнения окружающей среды (в 2012 и 2013 гг.) и на 159 и 161 сессиях Всемирного форума по конструкции транспортных средств Комитета внутреннего транспорта ЕЭК ООН (в 2013 г.):

- 0,1 – 10% выбросов от износа шин размером менее 10 мкм являются взвешенными, остальные осаждаются на дороге или поблизости;
- 5 – 30% общих выбросов PM₁₀ невыхлопного происхождения, образовавшихся в результате дорожного движения, относятся и к частицам износа шин.

Таким образом, специальная международная группа на своей 31 сессии не выделила информацию по выбросам от износа дорожного покрытия, указав косвенно на возможный выброс их от 60 до 95% в общем выбросе твердых частиц.

В работе [1] отмечено, что в случае движения на не шипованных шинах, по дорожному полотну без сцепляющего грунта (то есть при условиях, которые довольно часто встречаются в Европе) 95% ТЧ₁₀ являются продуктом износа дорожного покрытия, а 5% – продуктом износа шин.

По результатам различных исследований [1, 3, 5, 7, 8, 9] можно приближенно предопределить следующее усредненное распределение выбросов твердых частиц PM₁₀ от износа шин, тормозных механизмов и дорожных покрытий при движении автотранспорта:

- 60 – 90% – материал дорожного покрытия;
- 9 – 36% – выбросы от износа шин автотранспорта;
- 1 – 4% – выбросы от износа тормозных механизмов автомобилей.

При рассмотрении вопроса износа дорожных покрытий в городе Москве воспользуемся работами МАДИ [8]. В результате исследований, выполненных в 2010 г. установлено, что суммарная величина выделения взвешенных частиц PM₁₀ от транспортных потоков на улично-дорожной сети (УДС) крупного города составляет 3682 г/сут. на км на одну полосу движения. При этом 90,2% приходится на износ дорожного покрытия, 4,1% – на износ шин, 4,0% – на выбросы частиц с отработавшими газами, 1,39% – на вынос грунта колесами автомобилей, паркующихся на газонах и 0,35% – на износ тормозных накладок автомобилей [10].

Результаты многолетних наблюдений за износом дорожного полотна на Ленинградском проспекте г. Москвы показали, что средняя величина износа дорожного покрытия автомагистрали составляет 5,3 мм в год [8]. Определение износа позволило провести расчеты по определению интенсивности износа дорожного полотна на примере участка Ленинградского проспекта в районе Речного вокзала длиной в 1 км, 5 полос движения в каждую сторону, ширина полосы движения 3,5 м. Расчет интенсивности износа дорожного полотна выполнялся при следующем условии: движение грузового транспорта (грузовые автомобили, автобусы и автопоезда) в каждую сторону осуществлялось по одной полосе, а легковой транспорт по че-

тырем полосам с каждой стороны с интенсивностью движения отраженной в таблице 10 [8].

Согласно проведенных расчетов общий выброс твердых частиц от износа мерного участка дороги (1 км) составил в год 389 550 кг, а интенсивность износа дорожного полотна при движении легкового автотранспорта составила 3,64 г/км от одного автомобиля, и 10,6 г/км от одного грузового автомобиля или автобуса.

Проведенными исследованиями в Швеции определено, что усредненный износ дорожного покрытия на улицах в Стокгольме составил от 4 до 6 г/маш.км [7].

Таблица 10

Транспортные средства	Интенсивность, авт./сут	Доля, %
Легковые до 3,5 т.	234 748	92,88
Грузовые	12 396	5,63
Автобусы	6 607	1,3
Автопоезда	1 130	0,19
Итого:	254 882	100

Неуклонное увеличение количества легковых, грузовых автомобилей и автобусов отрицательно сказалось и будет существенно ухудшать экологическое состояние воздушной среды в городе за счет увеличения выбросов от износа шин, тормозных механизмов и дорожного полотна. Годовое количество выбросов от шин, тормозов и дорожного полотна по сравнению с 2002 г. увеличилось: в 2014 г. в 2,1 раза, ожидается увеличение в 2020 г. в 2,5 раза и к 2030 г. в 3,0 раза. Результаты расчетов представлены в таблице 11.

Таблица 11

Год	Выбросы общие, т/год			Общая сумма выбросов, т/год
	От шин	От тормозных механизмов	От дорожного полотна	
Легковые автомобили				
2002	5 920	395	24 035	30 350
2014	14 942	996	61 392	77 330
2020	18 228	1 215	75 221	94 664
2030	22 818	1 521	94 580	118 919
Грузовые автомобили и автобусы				
2002	24 108	2 700	10 748	37 556
2014	41 538	4 652	18 744	64 934
2020	47 208	5 287	21 395	73890
2030	55 828	6 252	25 415	87 495

Результаты исследований, представленные в таблицах 5, 8 и 11, по изменению выбросов от шин, тормозных механизмов, дорожного покрытия и с отработавшими газами представлены на рисунке 1.

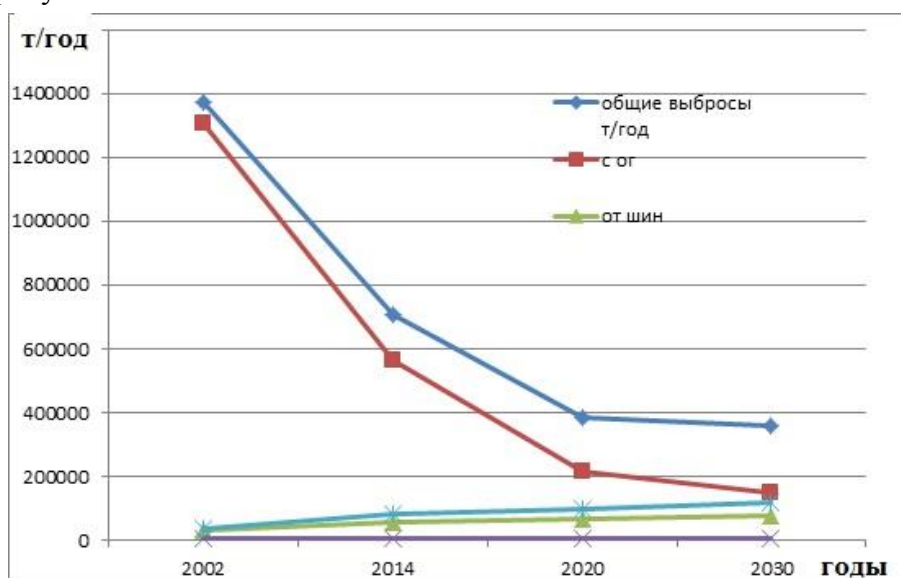


Рисунок 1. Изменение выбросов ТЧ с отработавшими газами, от износа шин, тормозных накладок и дорожного полотна с 2002 по 2030 гг. в г. Москве

Выводы

1. Количество вредных выбросов с ОГ легковых автомобилей в период до 2030 г. будет значительно уменьшаться из-за высокой эффективности введения жестких нормативов Правил ООН №83 на их выброс.
2. Применение норм, Евро-3 и Евро-4 ограничивающих и уменьшающих выбросы от двигателей грузовых автомобилей и автобусов, согласно Правил ООН №49 приводят к положительным эффектам, улучшающим экологию в городе, несмотря на увеличение количества автомобилей.
3. Неуклонное увеличение количества легковых автомобилей в мегаполисе Москва отрицательно сказалось и скажется на экологическом состоянии воздушной среды в городе. Годовое (в тоннах) общее количество выбросов твердых частиц от шин, тормозных механизмов и дорожного полотна по сравнению с 2002 г. увеличилось в 2014 г. в 2,5 раза, в 2020 г. увеличится в 3 раза, в 2030 г. почти в 4 раза.
4. Увеличение парка грузовых автомобилей и автобусов приводит к увеличению количества выбросов твердых частиц от износа шин, тормозных механизмов и дорожного полотна. Их общий выброс по сравнению с 2002 г. увеличился в 2014 г. в 1,7 раза, в 2020 г. увеличится в 1,96 раза, в 2030 г. – в 2,3 раза.
5. Общее годовое количество выбросов от шин, тормозов и дорожного полотна при движении всех видов транспорта по сравнению с 2002 г. увеличилось: в 2014 г. в 2,1 раза, ожидается увеличение в 2020 г. в 2,5 раза и к 2030 г. в 3,0 раза.
6. Увеличение выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта в г. Москве в период с 2002 по 2030 гг. носит постоянный характер, что уже в настоящее время заставляет задумываться о разработке плана мероприятий по существенному снижению загрязнений.

Литература

1. Нцахристос Л., Боутлер П. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов. 2009.
2. Хесин А.И., Скудатын М.Е., Ушмодин В.Н. Канцерогенная опасность автомобильных шин // Журнал Национальная безопасность и геополитика России (федеральное издание), №10-11, 2003, с. 51-52.
3. Азаров В.К., Кутенёв В.Ф., Степанов В.В. Реальный выброс твёрдых частиц автомобильным транспортом // Журнал «ААИ». – М., 2013. № 4(81). – С. 45-47.
4. Постановление Правительства Москвы от 8 июля 2003 года № 516-ПП «О Концепции городской транспортной политики в сфере грузовых автомобильных перевозок на период до 2010 года».
5. Трофименко Ю.В. Отчёт о научно-исследовательской работе «Прогнозирование структуры парка АТС г. Москвы по их типам и экологическим классам на период с 2015 по 2030 гг. с учётом эффективности мер по стимулированию обновления парка АТС и ограничения въезда АТС на отдельные территории города».
6. Методическое руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учётом естественного износа и технического состояния на момент предъявления РД 37.009.015-98, Приложение 12 «Среднегодовые пробеги грузовых автомобилей, автобусов и легковых автомобилей».
7. Jacobsson, T., Hornwall, F. 1999, “Dubbslitage paa asfaltbelaggnig”, VTI meddelande pp. 862-199, VTI, Linkoping, Sweden (in Swedish). Cite in Sorme and Lagerqvist (2002).
8. Трофименко Ю.В., Чинова В.С. МАДИ (ГТУ) Оценка загрязнения воздуха аэрозольными частицами менее 10 мкм от транспортных потоков на городских автомагистралях // Журнал «Экология и промышленность России», сентябрь 2012 г., с. 41-45.
9. Чинова В.С. Оценка влияния различных факторов на интенсивность выделения аэрозольных частиц менее 10 мкм на улично-дорожной сети // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), выпуск 2(37), апрель – июнь, 2014, с. 106-110.
10. Чинова В.С. Загрязнение атмосферного воздуха аэрозольными частицами менее десяти

микрометров от автотранспорта в крупном городе // Журнал «Авто Транспортное Предприятие», 2011, №10, с. 30-31.

Информационное обеспечение автоматизированной системы контроля работы подвижного состава

д.т.н. доц. Бунаков П.Ю., Кондакова А.Б.

Коломенский институт (филиал)

Московского государственного университета машиностроения (МАМИ)

8 (916) 679-38-86, pavel_jb@mail.ru

Аннотация. В статье приводится описание структуры базы данных для работы с информацией, получаемой из автоматизированной системы контроля (АСК) параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива. Представлены основные действия по обработке информации, призванные обеспечить целостность данных, повысить производительность и упростить работу с базой данных.

Ключевые слова: *информационная система, база данных, автоматизированная система контроля*

Для обеспечения надежности перевозок железнодорожным транспортом необходимо иметь возможность диагностирования неисправностей подвижного состава и выполнения своевременного ремонта. С этой целью разработана и в настоящее время активно внедряется на тепловозах автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива [1, 2]. Она способна контролировать и накапливать целый ряд параметров оборудования, детальный анализ которых помогает определять текущее техническое состояние систем локомотива, расследовать случаи несанкционированного отбора топлива, корректировать плановые сроки и виды ремонта и обслуживания.

Все данные, полученные с помощью АСК, передаются на автоматизированное рабочее место (АРМ) по беспроводному каналу связи (GSM/WiFi/GPS/Глонасс) [1], где они должны храниться и обрабатываться. Для этого необходимо разработать специализированную базу данных. Ее основная особенность определяется тем, что бортовая система АСК осуществляет непрерывное измерение и сохранение в памяти значений большого количества диагностируемых параметров, которые используются для оценки технического состояния локомотива. Таким образом, формируется непрерывный поток данных, который представляет собой большой объем разнородной информации [3]:

- телеметрическая информация (состояния дискретных входных и выходных каналов системы, сигналы от датчиков и первичных преобразователей в виде аналоговых параметров, частотные параметры);
- информация по выявленным системой нарушениям в работе локомотивного оборудования в виде «тревожных» диагностических сообщений;
- вычисляемые бортовой системой управления и диагностики значения и параметры.

На основе анализа требований к базе данных, а также типов, характеристик и видов хранимых данных разработана схема базы данных, показанная на рисунке 1. Она включает в себя 9 основных таблиц. Реализация базы данных выполнена в системе управления реляционными базами данных MS SQL Server Express 2008 R2 [4]. Данный выпуск MS SQL Server является бесплатным и обладает широкими функциональными возможностями, основными из которых являются удобство разработки баз данных, создание хранимых процедур и функций, интеграция с MS Visual Studio.

Начальной таблицей базы данных является таблица моделей тепловозов Lcm.Models, в которую заносится информация обо всех моделях тепловозов, на которых установлена АСК. Типы данных и назначение полей представлены в таблице 1.

Таблица Config.Configurations (таблица 2) содержит конфигурации АСК для всех моде-