

УДК 629.039.58

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ: ВОПРОСЫ НОРМИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ

А.В. Рузский, к.т.н. / Ю.И. Кунин, к.т.н. / Е.В. Парфенов / ОАО «НИИАТ»

Поддержание экологических характеристик автотранспортных средств в период эксплуатации на нормативном уровне является важной природоохранной задачей. На территории Российской Федерации на долю автомобильного транспорта приходится почти 40% суммарных антропогенных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. При стремительном росте численности автомобильного парка и увеличении интенсивности его эксплуатации удержание и тем более снижение этой доли возможно только при соответствующем внимании к экологическим характеристикам автотранспортных средств в период эксплуатации со стороны их владельцев, предприятий сервиса, технических служб автотранспортных предприятий, органов технического и экологического контроля.

Особое значение в этой работе имеет наличие адекватной конструктивному уровню эксплуатируемых автомобилей нормативной базы для осуществления экологического контроля, технического обслуживания и ремонта автомобиля и его систем. Как известно, требования безопасности к автотранспортным средствам построены по двухуровневой схеме, основу которой составляют требования конструктивной безопасности, закладываемой на этапе проектирования и производства. Эти требования регламентируются Правилами ЕЭК ООН в рамках Женевского соглашения 1958 года. Второй уровень требований определяет требования к техническому состоянию автомобиля и реализуется на этапе его эксплуатации. На международном уровне эти требования регламентируются Венским соглашением 1997 года и действующими в его рамках Предписаниями, на национальном уровне — национальными стандартами ГОСТ Р и техническими регламентами. В свою очередь первичным источником тех и других требований являются Директивы Европейского Союза. Структура действующих в настоящее время основных нормативных документов в сфере обеспечения экологической безопасности автотранспортных средств представлена на рис. 1.

Важным условием обеспечения эффективности применения системы требований безопасности в целом является синхронизация развития нормативной базы первого и второго уровней. Особенно это касается требований к выбросам загрязняющих веществ с отработавшими газами — особенно динамично развивающейся сферы нормирования.

Принятый в 2005 г. первый технический регламент в Российской Федерации «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ» ввел понятие «экологический класс транспортных средств», аналогичный понятию «Евро» в европейских странах и установил соответствующий график допуска на рынок автомобилей различных классов. Сегодня, после некоторой корректировки, этот график выглядит так, как представлено на рис. 2.

В настоящее время на территории России одновременно эксплуатируются автомобили категорий М1-3 и N1-3 шести экологических классов (0,1,2,3,4,5), при этом уровень их вредных выбросов, оцениваемый в г/км или г/кВт и подтверждаемый при сертификационных испытаниях на различных нагрузочных циклах, может различаться в 10 и более раз. Технический регламент быстро меняет структуру российского парка автомобилей по экологическим классам. С даты вступления в силу этого регламента обновление российского автопарка происходит за счет автомобилей 2-го (Евро-2), а с 2008 г. за счет автомобилей 3-го и более высоких экологических классов. Это касается как новых автомобилей, так и подержанных, ввозимых из-за рубежа. Автомобили высоких экологических классов конструктивно значительно сложнее, чем их предшественники. В случае использования для них в процессе эксплуатации несоответствующего топлива, эксплуатационных материалов, а также неквалифицированного или недобросовестного технического обслуживания и ремонта, связанного с



**Таблица 1.** Требования к содержанию CO в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями и допустимый диапазон значений коэффициента избытка воздуха  $\lambda$  согласно Директиве 2010/48/ЕС

Экологический класс автомобилей (год выпуска)	Содержание CO, об. %		Допустимый диапазон значений коэффициента избытка воздуха ( $\lambda$ )*
	$n_{\min}$	$n_{\max}$	
ЭК 0 (до 01.10.1986 г.)	$\leq 4,5$	-	-
ЭК 0 (после 01.10.1986 г.)	$\leq 3,5$	-	-
ЭК 1,2,3	$\leq 0,5$	$\leq 0,3$	$1 \pm 0,03$
ЭК 4 и выше	$\leq 0,3$	$\leq 0,2$	$1 \pm 0,03$

\*при отсутствии значений, установленных изготовителем.

**Таблица 2.** Предельно допустимый уровень дымности отработавших газов автомобилей с дизелями на режиме свободного ускорения согласно Директиве 2009/40/ЕС и Директиве 2010/48/ЕС

Экологический класс	Дымность, $m^{-1}$ , не более
ЭК 3 и ниже: без наддува с наддувом	2,5 3,0
ЭК 4 и выше	1,5

Требования к выбросам загрязняющих веществ изложены в п. 8.2 Приложения II Директивы 2010/48/ЕС. В табл. 1 и 2 представлены групповые нормы для случаев, когда отсутствует информация об индивидуальных нормах, назначаемых изготовителем для конкретного типа транспортного средства и подтверждаемых при сертификационных испытаниях. Появление новых более жестких требований связано с поступлением в эксплуатацию автомобилей, соответствующих нормам Евро-4 и Евро-5.

В России требования к автотранспортным средствам в период эксплуатации, в том числе экологические требования, устанавливает технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств» (приложение 7, раздел 6) [4]. Источником требований в отношении вредных выбросов являются три национальных стандарта — ГОСТ Р 52033-2003 [5], ГОСТ Р 17.2.02.06-1999 [6] и ГОСТ Р 52160-2003 [7], устанавливающих требования для автомобилей, работающих соответственно на бензине, газовом моторном топливе и дизельном топливе. В стандартах регламентированы методы испытаний, предельно допустимые нормы выбросов загрязняющих веществ, уровень дымности автомобилей с бензиновыми, газовыми и дизельными двигателями.

Действующие стандарты ГОСТ Р 52033, ГОСТ Р 17.2.02.06 и ГОСТ Р 52160 разрабатывались в условиях, когда подавляющее большинство парка составляли автомобили нулевого экологического класса.

**Таблица 3.** Предложения по установлению предельно допустимых значений выбросов CO и CH для автомобилей с бензиновыми двигателями (проект изменений в ГОСТ Р 52033-2003)

Категория и комплектация транспортных средств	Дата выпуска	Частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу	Объемная доля CO, %, не более	Объемная доля CH, $млн^{-1}$ , не более
M и N	до 31.12.1986 г.	минимальная	4,5	-
M1 и N1	с 01.01.1987 г. по 31.12.2006 г.	минимальная	3,5	1200
		повышенная	2,0	600
M2, M3, N2 и N3	с 01.01.1987 г. по 31.12.2006 г.	минимальная	3,5	2500
		повышенная	2,0	1000
M1 и N1, оснащенные системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 2,3,4)	с 01.01.2007г. по 31.12.2011г.	минимальная	0,5	-
		повышенная	0,3	100
M2, M3, N2 и N3, оснащенные системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 2,3,4)	с 01.01.2007г. по 31.12.2012 г.	минимальная	0,5	-
		повышенная	0,3	200
M1 и N1, оснащенные системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 4 и выше)	с 01.01.2013 г.	минимальная	0,3	-
		повышенная	0,2	100
M2, M3, N2 и N3, оснащенные системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 4 и выше)	с 01.01.2013 г.	минимальная	0,3	-
		повышенная	0,2	200

За последние 10 лет ситуация кардинально изменилась, что определяет необходимость внесения изменений в действующие стандарты. Подготовленные в ОАО «НИИАТ» изменения в действующие стандарты в основном касаются включения в стандарты требований для автомобилей 4-го и более высоких экологических классов, введения в документы самого понятия экологический класс и увязывания его с датой выпуска автомобиля. Стандарт для газобаллонных автомобилей переработан полностью, в связи с большим объемом вносимых изменений.

*Таблица 4.* Предложения по допустимому уровню дымности для автомобилей с дизелями на режиме свободного ускорения (проект изменений в ГОСТ Р 52160-2003)

Категория автомобилей	Дымность, м <sup>-1</sup>
АТС с двигателями: без наддува	≤ 2.5
с наддувом	≤ 3.0
АТС 4 экологического класса и выше	≤ 1.5

Предлагаемые изменения нормативных требований к выбросам приведены в табл. 3, 4 и 5.

Для удобства осуществления контроля нормативы дифференцированы не только в зависимости от заводской комплектации, но также привязаны к экологическим классам и дате выпуска автомобиля. Это позволит снять спорные вопросы с владельцами транспортных средств, связанные с идентификацией комплектации автомобиля и предъявления к нему тех или иных нормативных требований.

Предлагаемые изменения касаются также возможности использования нормативных требований при контроле бортовых диагностических систем автомобиля. Кроме того, в соответствии с международными документами ужесточаются требования к точности используемого газоаналитического оборудования. Это связано со значительным снижением значений измеряемых и предельно допустимых норм выбросов.

В национальных российских стандартах в отличие от международных европейских требований предлагается сохранить требования к выбросам суммарных углеводородов для автомобилей, работающих

на бензине и газовом топливе. Этот показатель более информативен с точки зрения оценки технического состояния двигателя и его систем, полноты сгорания топлива в двигателе. Кроме того, измерение углеводородов необходимо для оценки значений коэффициента избытка воздуха, являющимся также нормативным параметром, и с этой точки зрения, не влечет дополнительных экономических или временных затрат. Анализ требований к содержанию вредных выбросов, установленных ведущими зарубежными заводами-изготовителями автомобилей для целей контроля, регулировки и технического обслуживания, подтверждает взаимосвязь требований с экологическим классом автомобиля и целесообразность сохранения требований к содержанию СН в отработавших газах (табл. 6).

Проведенные в 2011 году обследования содержания СО и СН в отработавших газах автомобилей категорий М1,2 и N1-3 2-5-го экологических классов с бензиновыми и газовыми двигателями по методике, изложенной в национальных стандартах, показали, что предложенные экологические нормативы выполняются большинством проверенных автомобилей. Выборка составила более 100 автомобилей 2-5 экологических классов трёх типов: двухтопливных, работающих на бензине или сжиженном нефтяном газе, монотопливных, работающих на бензине, и автомобилей с дизелями. Вероятность превышения нормативов составляла на бензине не более 4%, на газовом топливе (пропан-бутан) до 9% и соответствовали ожидаемой доли технически неисправных автомобилей. Вероятность превышения технически исправными автомобилями с дизелями 2-5-го экологических классов табличных (групповых) норм дым-

*Таблица 5.* Предложения по установлению предельно-допустимых значений выбросов СО и СН для газобаллонных автомобилей (Проект ГОСТ Р «Газобаллонные автомобили с искровыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами»)

Категория и комплектация транспортных средств (экологический класс)	Дата выпуска	Частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу	СО, объемная доля, %, не более	С <sub>п</sub> Н <sub>п</sub> , м <sup>-1</sup> , объемная доля, млн <sup>-1</sup> , не более
М1 и N1, оснащенные трехкомпонентными системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 2,3,4)	с 01.01.2007г. по 31.12.2011 г.	минимальная	0,5	-
		повышенная	0,3	100
М2, М3, N2 и N3, оснащенные трехкомпонентными системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 2,3,4)	с 01.01.2007г. по 31.12.2012 г.	минимальная	0,5	-
		повышенная	0,3	200
М1 и N1, оснащенные трехкомпонентными системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 4 и выше)	с 01.01.2013 г.	минимальная	0,3	-
		повышенная	0,2	100
М2, М3, N2 и N3, оснащенные трехкомпонентными системами нейтрализации отработавших газов (экологические классы 4 и выше)	с 01.01.2013 г.	минимальная	0,3	-
		повышенная	0,2	200

ности отработавших газов исчезающе мала. Средние значения полученных параметров для исследованной выборки представлены в табл. 7 и 8. Большая часть проверенных автотранспортных средств уложилась в установленные групповые нормативы с многократным запасом.

Следует, однако, отметить, что среднее содержание CO и CH в отработавших газах и разброс результатов измерений у автомобилей зарубежного производства оказались гораздо ниже и в меньшей степени зависящими от пробега с начала эксплуатации, чем у отечественных автомобилей. На рис. 3-6 представлены иллюстрирующие этот факт результаты испытаний.

Это указывает на то, что конструкция, качество изготовления и надежность работы отечественных автомобилей и комплекующих значительно отстают от зарубежных аналогов. Возможной причиной может являться нарушение рецептуры или нарушение технологии нанесения катализатора, или

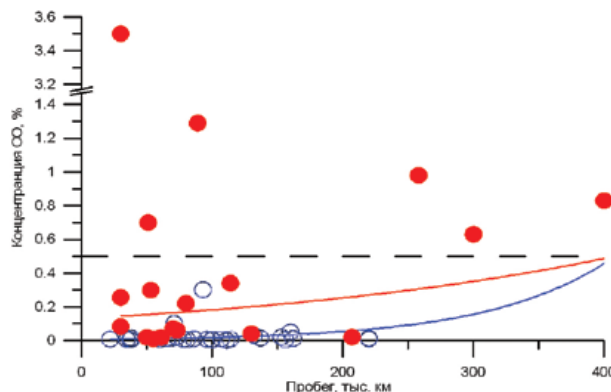


Рисунок 3. Концентрация CO в отработавших газах отечественных автомобилей (красные точки) и автомобилей зарубежного производства (голубые прозрачные точки) при работе двигателя на газовом топливе на минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя

Таблица 6. Требования к содержанию CO и CH в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями и дизелями, установленные заводами изготовителями

Марка и модель автомобилей	ЭК	Автомобили с бензиновым двигателем				Автомобили с дизелем
		Содержание CO, об. %, не более		Содержание CH, млн <sup>-1</sup> , не более	Коэффициент избытка воздуха λ в пределах	Дымность, м <sup>-1</sup> , не более
		n <sub>min</sub>	n <sub>пов</sub>	n <sub>пов</sub>		
Audi A6	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,0
	3	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,0
	4	0,5	0,2	100	0,97...1,03	2,0
BMW 5	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,5
	3	0,2	0,2	100	0,97...1,03	2,5
	4	0,2	0,2	100	0,97...1,03	1,0
Ford Focus	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,5
	3	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,5
	4	0,3	0,2	100	0,97...1,03	-
Mercedes-Benz E-класс	2	0,5	0,3	80	0,97...1,03	1,9
	3	0,5	0,3	-	0,97...1,03	1,3
	4	0,3	0,2	-	0,97...1,03	0,5
Renault Megane	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,0
	3	0,5	0,3	100	0,97...1,03	1,9
	4	0,3	0,2	100	0,97...1,03	1,5
Toyota Corolla	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,5
	3	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,5
	4	0,5	0,3	100	0,97...1,03	1,5
Volvo S80	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	1,5
	3	0,5	0,3	100	0,97...1,03	0,5
	4	0,5	0,3	50	0,97...1,03	0,5
Volkswagen Golf	2	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,0
	3	0,5	0,3	100	0,97...1,03	2,0
	4	0,3	0,2	100	0,97...1,03	2,0

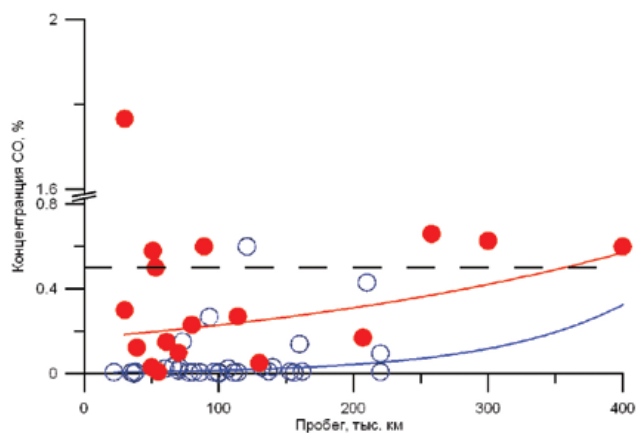
Примечание. ЭК — экологический класс автомобилей.

*Таблица 7.* Средние концентрации CO и CH в отработавших газах 4-го и 5-го экологических классов

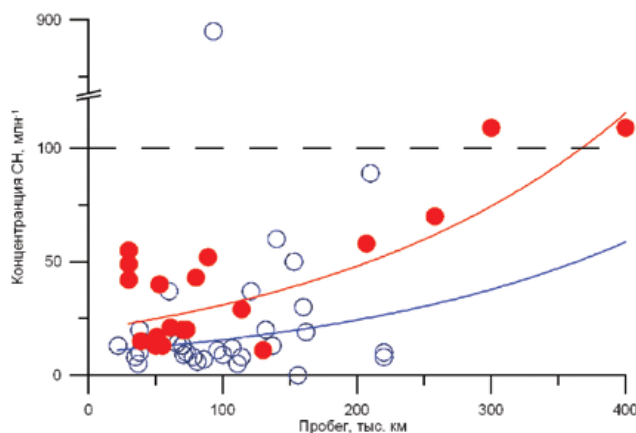
Режим работы двигателя	Средняя концентрация CO, %	Средняя концентрация CH, млн <sup>-1</sup>	Среднее значение коэффициента избытка воздуха
$n_{\min}$	0,033	37,48	-
$n_{\max}$	0,039	47,30	1,005

*Таблица 8.* Средняя дымность отработавших газов

Экологический класс	Средняя дымность, м <sup>-1</sup>
2	1,11
3	0,62
4	0,47
5	0,36



*Рисунок 4.* Концентрация CO в отработавших газах отечественных автомобилей и автомобилей зарубежного производства при работе двигателя на бензине на минимальных оборотах



*Рисунок 5.* Концентрация CH в отработавших газах отечественных автомобилей и автомобилей зарубежного производства при работе двигателя на газовом топливе на повышенных оборотах

недостаточное количество драгоценных металлов в каталитических блоках. Косвенно об этом свидетельствуют значительно более низкие закупочные цены (до 40% от зарубежных аналогов) на керамические каталитические блоки отечественного производства, выработавшие свой ресурс (информации с сайта [www.basemetal.ee](http://www.basemetal.ee)). Эта проблема должна решаться органами по сертификации при инспекционном контроле производства серийной продукции у изготовителя и качества продукции у продавца. Это касается как автомобиля в целом, так и его комплектующих. Обе эти административные процедуры в настоящее время в Российской Федерации практически не применяются, чем могут пользоваться недобросовестные изготовители.

Экспериментальные исследования содержания CO и CH в отработавших газах автомобилей категории М3 с монотопливными газовыми двигателями с принудительным зажиганием по методике проекта ГОСТ Р «Газобаллонные автомобили с искровыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами» проводились на территории 11 автобусного парка г. Москвы в мае 2011 г. Объектами исследования являлись транспортные средства категории М3 — автобусы ЛиАЗ-52937 (3 экологический класс) и ЛиАЗ-62137 (4 экологический класс), оснащенные газовыми двигателями CUMMINS CG 250 различных модификаций, использующими в качестве моторного топлива сжатый природный газ. Выборка составила более 30 автобусов. Практически все автобусы соответствовали установленным проектом стандарта нормативам. Вероятность их превышения концентрации по CO составляет не более 2,0%, а по CH — 0,01%. Средние значения результатов измерений представлены в табл. 9.

В связи с особенностями рабочего процесса монотопливных двигателей транспортных средств категорий М2, М3, N2 и N3 нормативное значение коэффициента избытка воздуха  $\lambda$  приближено к показателю обедненных смесей и имеет более широкий диапазон допустимых значений. В связи с этим контроль коэффициента избытка воздуха для транспортных средств указанных категорий должен проводиться только в случае установления изготовителем соответствующих пределов и доступности этой информации для контролеров.

Важным фактором обеспечения экологической безопасности автотранспортных средств в период эксплуатации (кроме современной нормативной базы и надежной техники) является наличие эффективно работающей административно-технической системы контроля за экологическим состоянием автобусного парка. Это всегда было наиболее слабым звеном российской системы. Как известно, юридиче-

Таблица 9. Средние концентрации CO и CH в отработавших газах автобусов категории М3 с газовыми двигателями

Модель	Режим работы двигателя	Средняя концентрация CO, %	Средняя концентрация CH, млн <sup>-1</sup>	Среднее значение коэффициента избытка воздуха λ
ЛиАЗ 52937	n <sub>min</sub>	0,0588	127,9	-
	n <sub>пов</sub>	0,04485	99,7	1,2960
ЛиАЗ 62137	n <sub>min</sub>	0,00882	93,9	-
	n <sub>пов</sub>	0,0138	100	1,3280

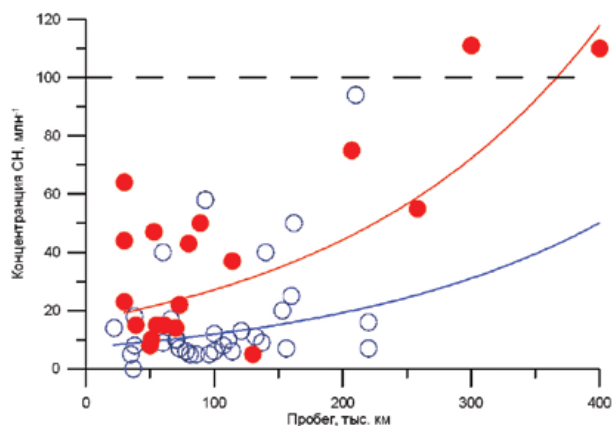


Рисунок 6. Концентрация CH в отработавших газах отечественных автомобилей и автомобилей зарубежного производства при работе двигателя на бензине на повышенных оборотах

ски обязывающий контроль транспортных средств по экологическим параметрам в Российской Федерации осуществляется только в рамках единственной процедуры — проверки технического состояния при периодических технических осмотрах транспортных средств. Производственный и линейный (между обязательными техническими осмотрами) контроль у нас практически полностью разрушен. После передачи в 2011 г. полномочий в сфере организации технических осмотров от ГИБДД к страховым организациям существуют серьезные и небезосновательные опасения, уже подкрепленные реальными наблюдениями, что внимание к экологической составляющей технического осмотра в нарушение всех регламентов также будет снижено до минимума.

А это значит, что демонтаж систем нейтрализации с соответствующей перенастройкой системы бортовой диагностики, который уже широко применяется на рынке услуг по техническому обслуживанию и ремонту, примет массовый характер.

Косвенным подтверждением неработоспособности системы контроля технического состояния автомобильного парка по экологическим параметрам является отсутствие рынка вторичных каталитических нейтрализаторов. Даже у официальных дилеров автомобилей в перечне регламентных работ,

как правило, не предусмотрена замена каталитических нейтрализаторов, хотя их срок службы (ресурс) значительно меньше среднего срока службы (ресурса) автомобиля. В 2012-2014 гг. начнется массовый выход из строя по эффективным показателям нейтрализаторов, устанавливаемых на всех поступающих в эксплуатацию автомобилях выпуска после 2006 г. с момента вступления в силу первого российского технического регламента. И, если сегодня мы не наладим эффективный контроль за экологическим состоянием автомобильного парка, гигантские усилия по сохранению окружающей среды и здоровья населения пропадут напрасно. При этом все условия для успешной работы есть. Надо просто ее выполнять в объемах, предусмотренных разработанными стандартами и правилами проведения технического осмотра.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2008 г. № 609, от 27.11.2006 № 718, от 26.11.2009 № 956).
2. 2009/40/ЕС «Директива Европейского парламента и Совета от 6 мая 2009 г. по испытаниям на пригодность к эксплуатации автомобильного транспорта и прицепов».
3. 2010/48/ЕС «Директива Комиссии от 5 июля 2010 г., адаптирующая к техническому прогрессу Директива 2009/40/ЕС Европейского парламента и Совета по испытаниям на пригодность к эксплуатации автомобильного транспорта и прицепов».
4. Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств» (Постановление Правительства РФ от 23.09.2009 г. № 720).
5. ГОСТ Р 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».
6. ГОСТ Р 17.2.02.06-99 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах газобаллонных автомобилей».
7. ГОСТ Р 52160-2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».